

إعادة فتح ملف :

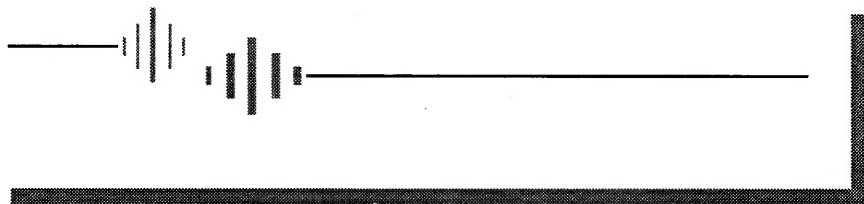
عيسى يوسف النجدي

الفَلَاحُ وَالْبَحْرُ أَيَّامَتَيْنِ

محمود علي ندا

أَبْجَاذِيَّةُ الْمَنَاقِبِ وَالنِّسْبَةِ

مُحَمَّدُ بْنُ يُونُسَ بْنِ أَبِي بَكْرٍ
الْقُشَيْرِيُّ



« شكر و عرفان »

هذا الكتاب على صورته الحالية نتيجة للجهد الصادق و العناية الفائقة التي أظهرها كل من :

السيد / حسن زكريا فليفل ، ولقد تحمل مشقة مهمة تنقيح وتصحيح الكتاب لغويا ، فاستهوت مادته العلمية ونالت اهتمامه ، ولا أنكر فضل مجهوده المضني في تكرار تعديل وإعادة الصياغة اللغوية لبعض جمل الكتاب حرصاً على ضمان سلامة ووضوح و حسن ترجمتها للمادة العلمية .

السيد / يسرى محمد عبد الله محمد ، ولقد وكلت اليه مهمة النشر ، فكان ممن أحسنوا الحسنى وزيادة ، و كان لأمانته و صدقه و حرصه قد استطاع أن ينجز عمله بدقة وإتقان و معدلات قياسية بكافة المعايير ، و تم له ذلك بتعاون صادق من كافة العاملين تحت امرته ، وأخص بالذكر :

السيد / إبراهيم محمد أبو زيد ، فلقد استطاع بكفاءة و اقتدار التغلب على مشكلة كتابة المعادلات الرياضية بلغتها الأجنبية ، و كان ذلك بامكانيات أقل من أن تكون متواضعة ، كذلك أخص بالشكر :

السيد / عصام الدين إبراهيم محمد ، فلقد كان لوافر مجهوده و اهتمامه في التنسيق بين مراحل العمل - سواء مسودات الكتاب أو مراجعته أو طباعته ، بالإضافة إلى مجهوده الواضح في تنفيذ تصميم الغلاف - ما لا يكفيه الشكر ، فلذلك وجب لهم منى الشكر والعرفان ،

محمود ندا

المحتويات

الصفحة

١٧	- حيثيات فتح الملف
٢٣	- تنويه
٢٥	- تقديم
٢٩	- مقدمة

الفصل الأول : تأملات في تعريفات أولية

٥٧	١ : ١ المادة والحركة
٥٨	١ : ٢ الفراغ والزمن
٦٠	١ : ٣ مبدأ التكافؤ الكونى
٦١	١ : ٤ هيكل الرصد
٦٢	١ : ٥ الآنية
٦٣	١ : ٦ الراصد الحر
٦٦	١ : ٧ الحركة المطلقة
٦٧	١ : ٨ الحركة النسبية
٧١	١ : ٩ مجموعة الرصد الطبيعية
٧٢	١ : ١٠ مبدأ النسبية
٧٤	١ : ١١ القصور
٧٥	١ : ١٢ قانون نيوتن الثانى

الفصل الثانى : « النظرية النسبية الخاصة » من منطلقات ميكانيكية

٨٥	١ : ٢ الكهرباء والمغناطيسية
٨٧	٢ : ٢ قصور الطاقة
٩٠	٣ : ٢ قصور الطاقة وقانون نيوتن الثانى
٩٢	٤ : ٢ قصور الطاقة وكمية الحركة
٩٥	٥ : ٢ قاعدة الجمع التركيبى للسرعات
٩٨	٦ : ٢ « تباطؤ الزمن » فى « النسبية الخاصة »
١٠٤	٧ : ٢ « نسبية الآنية » : الفرضية المميزة لـ « النسبية الخاصة » ..
١٠٥	٨ : ٢ « انكماش الفراغ » فى « النسبية الخاصة »
١٠٨	٩ : ٢ قانون السرعة العرضية

الفصل الثالث : المقارنة و الاختيار

١١٥	١ : ٣ القصور والنسبية
١٢٨	٢ : ٣ « مبدأ دويلر » والنسبية
١٥٠	٣ : ٣ المجال الكهرومغناطيسى والنسبية
١٦٥	٤ : ٣ " « الفراغ - الزمن » والجاذبية "
١٨٧	♦ خلاصة
١٩٥	♦ خاتمة

الملاحق :

- ١ - قصور الطاقة ٢٠١
- ٢ - القصور الكلى لجسيم متحرك ٢٠٥
- ٣ - العلاقة بين الطاقة الكلية وكمية الحركة ٢١١
- ٤ - المتطابقة الرياضية للمعاملات ٢١٣
- ٥ - العلاقة التحويلية لكمية الحركة بين هيكل الرصد ٢١٧
- ٦ - العلاقة التحويلية للطاقة الكلية بين هيكل الرصد ٢٢١
- ٧ - قاعدة الجمع التركيبي للسرعات ٢٢٥
- ٨ - اشتقاق « تحويلات لورانتز » من قاعدة الجمع للسرعات ... ٢٢٩
- ٩ - قانون السرعة العرضية ٢٣٥
- ١٠ - علاقة « تأثير دوبلر » اشتقاقاً من « تحويلات جاليليو » ٢٣٩
- ١١ - علاقة « تأثير دوبلر » اشتقاقاً من « تحويلات لورانتز » ٢٤٥
- ١٢ - علاقات مبنية على « تأثير دوبلر » ٢٤٩
- ١٣ - قانون الجمع للسرعات اشتقاقاً من « تأثير دوبلر » ٢٥٥
- ١٤ - رياضيات المجال الكهرومغناطيسي بين هيكل الرصد ٢٥٩
- ١٥ - شرط سيادية معادلة الموجة لـ « شرودينجر » ذات البعد الواحد لحركة جسيم تحت تأثير « تحويلات جاليليو » ٢٧٩
- ترجمة مصطلحات ٢٨٣
- ترجمة أسماء ٢٨٥
- مراجع ٢٨٦

- حيثيات فتح الملف

- تنويه

- تقديم

- مقدمة

حيثيات فتح الملف :

الغرض من فتح الملف هو تقديم « النظرية النسبية الخاصة » على أنها نظرية إيجابية « الفراغ - الزمن » ، و إعادة تقييم موضوعى لمبررات قيامها .

قُدمت « النظرية النسبية الخاصة » على أنها مُجررة علم الطبيعة النظرى من خرافة فكرة الإثير « الوسط الساحر » حامل الموجات الكهرومغناطيسية ، و على أنها مُقننة مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » . إن الخواص المتضاربة التى أصبغت على هذا الوسط : « الإثير » كانت بنفسها كفيلة بهدم هذه الفكرة ، أما فيما يخص تقنينها لمبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » فإن الأمر جد مختلف .

إن اشتقاق « علاقات لورانتز التحويلية » مبنى على معالجة « نقطة هندسية » ؛ حيث معادلة السرعة تعطى بالعلاقة التقليدية :

$$u = \frac{dx}{dt} \quad ;$$

و بعد ذلك تم تطبيق تلك التحويلات على « كم » الضوء ، حيث تطبيق العلاقة السيادية :

$$c = v \lambda .$$

كلنا نعرف منزلة « تحويلات لورانتز » فى « النسبية الخاصة » ، وكذلك منزلة « تجربة ميكلسون و مورلى » : « تحويلات لورانتز » مبنية على معالجة « نقطة هندسية » ، و قياسات « تجربة ميكلسون و مورلى » مبنية نظرياً على إزاحة موجة الضوء .

إن نظرية موجية انتشار الضوء هيمنت على الفكر العلمى خلال القرن التاسع عشر بطوله ، ابتداء من عمل « ينج » - و وجدت فى فكرة الإثير سنداً و مرتعاً لها - حتى بداية القرن العشرين حيث حقيقة « قصور الطاقة » ، فتم معالجة « كم » الضوء من خلال « تحويلات لورانتز » ، فكانت نقطة الربط النشاز التى عُولجت بفرضية أن « الكتلة الطبيعية » - الكتلة الساكنة - لـ « كم » الضوء تساوى صفراً لتفسير وصول الضوء لسرعته . إن هذه المعالجة تحسب على النظرية ، بعكس ما يتم تقديمها على أنها لحسابها ، إننا نفهمها على أنها تجسيد اللاشئ : إنها محاولة تلفيقية لربط الكتلة بالطاقة ، إن « كم » الضوء طاقة صافية غير محمولة على « كتلة طبيعية » ؛ فتكون حركته خاضعة لتردد طاقته ؛ و بذلك تكون الدعوة صريحة لـ « مبدأ دوبلر » المؤهل لمعالجة الطاقة و ترددها .

إن « النظرية النسبية الخاصة » قد طبقت مفهوم « مبدأ نسبية » الحقائق الطبيعية على فكرة « الآنية » و افترضت نسبيتها ؛ فكما نقول : إن الحركة نسبية ؛ فإن « النظرية النسبية الخاصة » تنص على أن : « الآنية » أيضاً نسبية .

إن « النظرية النسبية الخاصة » مدججة بسلاحها : « تحويلات لورانتز » - المتضمنة في فرضياتها « نسبة الآنية » - قد استوعبت بنجاح رياضى ساحق مدهش مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » للجسيم المادى المتحرك ؛ فالصقت طاقة حركته متمركزة بكتلته الطبيعية . و بطبيعة الحال إن اختبارها بخصوص ثبات سرعة الضوء هو تحصيل حاصل حيث أن هذه إحدى الفرضيات التى قامت عليها هذه التحويلات . لقد توافقت و تناغمت الحقائق : فهى « نسبة الآنية » ، الغير متعارضة مع « مبدأ النسبية » ، و هى سرعة الضوء « سيادية » على جميع هياكل الرصد ، و بينهما يسكن « مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » : إنها - أى « النظرية النسبية الخاصة » - نموذج متوافق مع الطبيعة ، فما هى دواعى التفصيل و التلصيق إذا ؟ ! ... ، أو بعبارة أخرى : ما هى مبررات إعادة فتح الملف ؟ !

بناءً على مبدأ « ثبات سرعة الضوء » فإن « كم » الطاقة ليس لديه هيكل رصد طبيعى - أى هيكل يكون فيه هذا « الكم » ساكنًا - بعكس الجسيم المادى ، الذى يجد دائماً هيكل رصد طبيعى له ، أقصى مايمكننا هو : تحديد هيكل يكون فيه « مصدر الكم » ساكنًا ، أليس فى ذلك ما يؤكد الاختلاف بين انتقال الكتلة و انتشار الطاقة ؟ ! ، أليس فى ذلك حيود الكتلة و الطاقة عن تكافؤهما ؟ !

لنفرض أن « كم » طاقة مقداره « ζ » و جسيم مادى طاقته « E » : كل مقياس بالنسبة للراصد [S] ؛ فحسب فرضية بلانك فإن :

$$\zeta = h \nu_0,$$

حيث « ν_0 » هى التردد الطبيعى لشعاع الطاقة و « h » ثابت بلانك ؛

و حسب مبدأ « قصور الطاقة » فإن :

$$E = c^2 m_o ,$$

حيث " m_o " هي الكتلة الطبيعية للجسيم ، و " c " ثابت سرعة الضوء .
و بالرجوع إلى « النظرية النسبية الخاصة » فانتقلنا إلى المرصد [S^*]
(المرصد المتحرك ، عرضياً على اتجاه حركة شعاع الضوء ، بسرعة " v^* " بالنسبة للراصد [S]) ؛ فإن طاقة (كم) الضوء هي " ζ^* " ، و طاقة الجسيم هي " E^* " مرصودة بالنسبة للمرصد [S^*] تكتبنا على الصورة :

$$\zeta^* = h v^* ,$$

$$E^* = c^2 m^* ,$$

و طبقاً لقواعد حسابات « النظرية النسبية الخاصة » فإن :

$$v^* = v_o \sqrt{1 - \frac{v^{*2}}{c^2}}$$

و كذلك فإن :

$$m^* = \frac{m_o}{\sqrt{1 - \frac{v^{*2}}{c^2}}}$$

أليس في ذلك أيضاً حيود الكتلة و الطاقة عن تكافهما ! ؟ .
مع الفارق في التشبيه : الكتلة الثلجية هي ماء ، و بخارها هو ماء ،
فهل هذا يُخَوِّلُ لنا إرساء تكافؤ كتلة الثلج ببخارها ، ليشمل التكافؤ انتقال

كتلة الثلج بانتشار بخار الماء ؟ ! . إن تعريف الكتلة الطبيعية الساكنة على أنها طاقة مجمدة قد شجعنا على سياقة هذا المثل التشبيهي .

لقد ضُرب عرض الحائط بكل المعطيات المؤيدة للطبيعة الموجية للمادة ، تلك المعطيات التي تأسست عليها « نظرية ميكانيكا الكم » .

إن إزاحة الألوان في الضوء - من مفهوم « مبدأ النسبية » - حقيقة لامظهرية فيها ، و « مبدأ دوبلر » لإزاحة الألوان مؤهل نظرياً وعملياً للتعامل مع « السرعة النسبية » بعكس مبدأ « ثبات سرعة الضوء » فهو بمعناه ونصه يقدم وثيقة فشله بخصوص قياس « السرعة النسبية » بين هياكل الرصد الحرة ، فأين مكانة « مبدأ دوبلر » من « النظرية النسبية الخاصة » ؟ ! .

إن الطريق إلى حقيقة « ثبات انتشار الطاقة » يمر خلال « تأثير دوبلر » ! ...

لقد اتخذت « النسبية الخاصة » من « قوانين ماكسويل » معياراً لصدق « تحويلات لورانتز » ، ولكن حقيقة اختلاف سرعة ألوان الضوء في الوسط المادى الواحد ، يوهن من تلك القوانين ويضعها فى مأزق مع الطبيعة ، ألا يتعكس ذلك على مصداقية تلك التحويلات المعبرة عن إيجابية « الفراغ - الزمن » ؟ ، بل ويؤدى بنا إلى طرح سؤال صريح واضح مباشر : هل عُرِف الضوء : ماهيته و انتشاره ؟ ، حتى يُتخذ منه مدخلاً لصياغة « نظرية » فى حجم نظرية إيجابية « الفراغ - الزمن » .

بمفهوم « مبدأ النسبية » (حقيقة تكافؤ هياكل الرصد) ؛ فإن « مبدأ دوبلر » (حقيقة إزاحة مستويات الطاقة) ، لهو بيان من الطبيعة لإظهار « إيجابية المادة » من خلال استجابة ترددها للحركة النسبية . و بنفس المفهوم ، فإن إزاحة قصور طاقة الحركة الناشئ عن « مبدأ قصور الطاقة » ، لهو أيضاً بيان من الطبيعة لإيجابية المادة للحركة النسبية .

منطقيًا ليس هناك « نظرية » تحل محل « النظرية النسبية الخاصة » سوى « النظرية النسبية الجاليلية » ؛ وبذلك فإننا أمام الاختيار الرقيق بين " إيجابية " ، أو " لا إيجابية " الإطار : « الفراغ - الزمن » ، وإن إيماننا بأنه ليس هناك فكرتان طبيعيتان - مهما كانتا - لا يمكن التمييز بينهما قد شجعنا على دراسة حيثيات الاختيار ؛ فهل تم حسم الاختيار ... ليبدأ الحديث عن « الإيجابية العامة » بعد « الإيجابية الخاصة » ؟ ، أم أنه بعد إظهار زيف « الإيجابية العامة » الناتجة عن « الحركة العامة » ، يصبح - مع احتمالات اخلط السابقة - من الكياسة و الحيلة إعادة فتح ملف : « الفراغ - الزمن » و « أينشتين » .

* * *

تنويه :

إن استخدام مبدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » - كما ورد في البند رقم (٣ - ٤) من هذا الكتاب - كمدخل لصياغة نظرية « الفراغ - الزمن والجاذبية » ، وصدى ذلك على مقدمة هذا الكتاب فيما يخص تسمية نظرية الجذب ، قد تم استخدامه عن عمل العالم الروسى « ث . فوك » ، وكذلك فإن اشتقاق علاقات « مبدأ دوبلر » وبالتحديد من منظور النظرية « النسبية الخاصة » استناداً على « تحويلات لورانتز » ، قد تم استخدامها عن عمل العالم الألمانى « ماكس بورن » ؛ أما تعليقنا على استخدام القصور الكلى لـ « هملتونين الحركة » فى معادلات الموجة لحركة الجسم فى « نظرية ميكانيكا الكم » ؛ فكان على ما ورد فى كتاب « ميكانيكا الكم » لـ « ليونارد شيف » ، وبخلاف ذلك فما ورد فى هذا الكتاب هو محاولة الكاتب لفهم الطبيعة ومكوناتها ؛ لذلك وجب التنويه .

* * *

تقديم :

يُفهم من عنوان هذا الكتاب ، أننا نحاول إعادة تقديم « النظرية النسبية الخاصة » ، و تقييم موضوعى لمبررات قيامها .

فى الواقع ، إن « النظرية النسبية الخاصة » هى إعادة لصياغة « النظرية النسبية الجاليلية » ، بهدف استيعاب مبدأ « ثبات سرعة الضوء » ؛ فكانت بإدخال فرضية « نسبية الآنية » لتحل محل الآنية السيادية المطلقة ؛ لقد تم ذلك من خلال « تحويلات لورانتز » ، حيث انبثق قصور المادة كخاصية كيناماتيكية لهذه التحويلات ؛ فتكون « النسبية الخاصة » قد حررتنا من خرافة فكرة الإثير الساحر لتلقى بنا فى غياهب متصل « الفراغ - الزمن » الفارض لقصور المادة المقيد لحركتها الخمد من سرعتها . إننا نهذف إلى عقد المقارنة بينها وبين « نسبية جاليليو » ، حيث المادة حرة طليقة مالكة لزمام أمرها ، و قصورها خاصة ذاتية فيها .

ليس هناك نظرية تحل محل « النسبية الخاصة » سوى « النسبية الجاليلية » وإنه الاختيار بينهما ، وعلينا بيان مدى قدرة الأخيرة - كنظرية أصلية - على استيعاب و احتواء مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » .

إن الدافع إلى عقد هذه المقارنة - بالنسبة لنا - يرجع فى المقام الأول إلى أسباب فلسفية ، فلربما تقودنا المقارنة بين « فاعلية المادة » و « فاعلية

الإطار » : « الفراغ - الزمن » إلى حقيقة واحدة ! ؛ فيكون تقديم إحداهما إظهاراً للأخرى .

إننا لن ننساق فى الطريق الذى بدأه صاحب هذه النظرية « الخاصة » ، حيث جرت العادة على تقديمها من منظور خواص المجال الكهرومغناطيسى ، ولكننا سنحاول إعادة صياغتها من منطلق جديد ، بعيداً عن طريقها المألوف ، وبالتأكيد فإن الطريق الجديد فاقد للبريق الذى امتلكته « النظرية النسبية الخاصة » ؛ فصياغتنا تكاد تكون تقليدية ، وقد تُفهم على أنها صياغة معكوسة للنظرية نفسها ، ولا جديد ولا طائل من ورائها ، وهذا صحيح إذا كان مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » هو النتيجة النهائية للنظرية ، فتكون النظرية نفسها مجرد تقنين لهذا المبدأ ، أما بالنسبة لنا ؛ فإن هدفنا هو تحليل فرضية إيجابية « الفراغ - الزمن » : تلك الفرضية التى قامت عليها « النظرية النسبية الخاصة » . إن مبدأ « قصور الطاقة » - بالنسبة لنا - ليس نتيجة نهائية للنظرية النسبية ؛ فهو مبدأ بدأ يترسب كحقيقة فى الوجدان العلمى فى أواخر القرن التاسع عشر : أى قبل ميلاد « النظرية النسبية الخاصة » ، وقد تم صياغة هذا المبدأ على يد صاحب النظرية نفسه ، بناءً على اعتبارات تقليدية صرفة ، ودون الرجوع إلى أى فرضية من فرضيات نظريته النسبية .

فكان ذلك المبدأ نقطة انطلاق لنا لإعادة صياغة النظرية ، وكان غرضنا من ذلك أن نمسك باخيط الرفيع الذى يفصل الدور الذى يلعبه « الفراغ - الزمن » عن الدور الذى تلعبه المادة و حركتها ؛ فإن أصابت هذه الصياغة

هدفها فلها حسنتان ، وإن لم تصب هدفاً فإنها ستؤدي إلى فهم واضح و صريح لمكتون « النظرية النسبية الخاصة » على أساس كونها نظرية إيجابية « الفراغ - الزمن » ، و ليتضح لنا أيضاً بجلاء أن « مبدأ النسبية » القائم على سيادية القوانين الطبيعية على مجموعات الرصد القاصرة هو انعكاس مباشر للخواص المنتظمة المستوية لإطار « الفراغ - الزمن » ، و أن الهندسة الإقليدية المستوية هي هندسة هذا الإطار .

بهذا يكون الكتاب قد حقق - على الأقل - الهدف من كتابته :
كإهداء إلى المكتبة العربية الفقيرة في هذا الموضوع .

قد يكون من مستغرب الحديث القول بأنه يمكن صياغة « النظرية النسبية الخاصة » في إطار رياضي لا يتجاوز مستوى رياضيات المدارس الثانوية ، بل و بقليل من الجهد يمكن صياغتها في إطار رياضي أقل من هذا المستوى ، إن قولنا هذا يؤكد أن عمق هذه النظرية لا يكمن في مستواها الرياضي - كما هو شائع عنها - بل في الجهد المضمّن لـ « لورانتز » - مهندس النظرية - و للعبقريّة الفذة لصاحبها و قدرته على قراءة أبسط العلاقات الرياضية لاكتشاف أعماق المعاني الطبيعية ، فهكذا كانت عبقريته ، إن هذه القدرة قد ظهرت بوضوح عندما استطاع قراءة معادلات « ماكسويل » للمجال الكهرومغناطيسي ، و افترض سياديتها كقوانين طبيعية على الرغم من أن هذه المعادلات قد تم تأسيسها على خرافة فكرة الإثير ، ثم تأكدت هذه القدرة عندما استطاع قراءة « تحويلات لورانتز » ، و أعطاهما مفهومها الطبيعي على

أنها تعبير عن إيجابية خواص « الفراغ - الزمن » بصورة - يقال إنها - لم ترد على خاطر صاحب هذه التحويلات نفسه ، وهكذا كانت عبقريته .

لقد وجدنا من المناسب عمل الصياغة الرياضية فى ملاحق منفصلة ، فأدى ذلك إلى التكرار - فى بعض المواضع - حرصاً منا على وصول الفكرة واضحة بدون الصياغة الرياضية ، وليس هذا فحسب هو منع ظهور التكرار ؛ فإن السبب الرئيسى هو : أن ذلك الاختيار الرقيق - بين فاعلية « المادة و حركتها » أو فاعلية الإطار الحاوى لها : « الفراغ - الزمن » كان محورنا بل مرجعنا فتكرر الحديث عنه على محاور متعددة ، فبرجاء قبول العذر .

كما تم - فى نهاية الكتاب - تقديم ترجمة لمصطلحات استخدمت فى سياق حديثنا ، فيرجى الرجوع إليها .

♦ إننا ننصح بقراءة مقدمة هذا الكتاب أولاً بطريقة غير متأنية حيث سيرد فيها تعبيرات و مصطلحات لم تتمكن من تجنبها ، و قد تم تعريفها بوضوح فى صلب الكتاب نفسه ، و بعد قراءة الكتاب ، فإننا ننصح بإعادة قراءة المقدمة مرة ثانية - بطريقة متأنية فاحصة - ففيها ملخص إجمالى لما أردنا إيضاحه .

والله ولى التوفيق ،

سبتمبر ١٩٩٤

مقدمة :

الفراغ و الزمن هما الإطار الحاوى للمادة و حركتها . و الغرض من هذا الكتاب هو دراسة العلاقة بين المادة و الإطار الحاوى لها ، و اظهار : هل هذه العلاقة إيجابية أم علاقة محايدة ؟ ، بمعنى : هل الفراغ و الزمن لهما تأثير إيجابى على المادة ، أم أن تأثيرهما محايد ؟ ، أى أن الإطار موجود و لكن بدون فاعلية ؛ فتكون المادة حرة طليقة مالكة لزمام أمرها فى ذلك الفراغ اللامحدود ، و هذا الزمن السرمدى .

لقد تبنت « النظرية النسبية الخاصة » وجهة النظر المؤيدة لإيجابية الإطار ؛ فتكون هذه النظرية قد حررتنا من فكرة « الإثير الساكن » فى « الفراغ المطلق » لتلقى بنا فى غياهب متصل « الفراغ - الزمن » الأسر للمادة المكبل لحريتها الفارض لقصورها الخد لسرعتها .

إننا سنقوم بإعادة صياغة هذه النظرية ، بحيث يظهر لنا باستمرار الخيط الرفيع ، الذى يفصل بين إيجابية أو لافاعلية ذلك الإطار الحاوى للمادة و حركتها : « الفراغ - الزمن » .

و ما تتبعنا لهذا الخيط الرفيع إلا محاولة للتقريب فى فرضية « لافاعلية الإطار » لإعادة استكشافها ، فإن لم تصب هدفا ؛ فإننا نكون قد ألقينا الضوء

واضحاً للفهم الصريح لـ « النظرية النسبية الخاصة » : نظرية إيجابية
« الفراغ - الزمن » .

أطلق اسم « النظرية النسبية الخاصة » على النظرية التى تعنى بدراسة
خواص « الفراغ - الزمن » نتيجة لتكافؤ - أى سيادية - القوانين الطبيعية
بين مجموعات الرصد الحرة : أى المتحركة فيما بينها بسرعة « خاصة »
خطية منتظمة . فى الحقيقة ليس فى هذه النظرية من خصوصية غير
التحديد فى حالة الحركة بكونها حركة بسرعة « خاصة » خطية منتظمة .
لقد نتج عن دراستها وتحليلها خواص « الفراغ - الزمن » إظهار حقيقة أن :
« الفراغ - الزمن » الحر - أى الخالى من المادة - يمتلك خواصاً منتظمة
مطابقة تماماً لخواص الهندسة الإقليدية ، أى الهندسة المستوية . لذلك كان
الأجدر إظهاراً لهذه الحقيقة الجوهرية تسمية هذه النظرية باسم « نظرية
استواء (انتظام) « الفراغ - الزمن » تأكيداً للحقيقة النهائية التى تصوغها
هذه النظرية .

إن تسمية هذه النظرية بـ « النظرية النسبية الخاصة » - رجوعاً واستناداً
إلى الحركة « الخاصة » بين المراصد الحرة - سببت حيرة و سوء فهم
للمقصود بالنظرية كلها ، و تعمق و تجسد سوء الفهم هذا عندما تم تعميم
هذه النظرية - خطأ - على يد صاحبها انطلاقاً من تعميم الحركة وصولاً إلى
تعميم الخواص الهندسية لـ « الفراغ - الزمن » بهدف صياغة « نظرية
الجذب » ؛ فكان الغلل المربك فى محاولة تطابق مجال الجذب الصناعى

الناجم عن الحركة « العامة » على مجال الجذب الطبيعي الناتج عن وجود كتلة جاذبة ، و مرة أخرى فإن تسمية « النظرية النسبية العامة » - ويعنى بالعمومية فيها ، عمومية حالة الحركة ، بينما المفروض فيها دراسة ظاهرة الجذب كخاصية من خواص « الفراغ - الزمن » اللإقليدية - قد أدت هي الأخرى إلى حيرة و ارتباك بل إلى خطأ الفهم لمقصود النظرية نفسها ، وكان الأجدر تسميتها بـ « نظرية الفراغ - الزمن و الجاذبية » تأكيداً على أن الجاذبية خاصة لإيجابية « الفراغ - الزمن » .

أما تسمية مبدأ « ثبات سرعة الضوء » و ما تسببه من الحيرة و الارتباك و كذب الإيحاء و خطأ التوجيه ! ؛ فإنه إذا كان الضوء لوناً واحداً فقط ، فإن ثبات سرعته بين مجموعات الرصد - بعصيانه « مبدأ دوپلر » - يلزم له سحر ! ، و ليس فقط تحويلات بعنف و ثقل و بريق « تحويلات لورانتز » الشهيرة التى تمس البنية الأساسية لإطار « الفراغ - الزمن » ؛ فكان لهذه النظرية المبنية على هذه التحويلات سحر و بريق و لمعان بل و إثارة بين المتخصصين قبل العامة ، و انطلق العنان و بدأ الحديث عن « بُعد » لكون ذات أربعة أبعاد ! ليتناسب مع فصل الإثارة التى تقدمه النظرية .

أما إذا كان للضوء ألوان مختلفة - كما هو فى الواقع - فإن ثبات سرعته على حساب لونه يجعل الموقف يفقد بريقه و إثارته و ينفذ السامر على المتخصصين لإيجاد حل تقليدى - قد يكون متاحاً - فى إطار « نسبة جاليليو » للربط بين ثبات سرعة الضوء و لونه ؛ و من ثم فيكون الانتقال من

المنطقة المرئية إلى المنطقة الغير مرئية للضوء ، ويعمم الموقف أكثر لدراسة اختلاف الطاقة و مستوياتها ، تعميماً لاختلاف ألوان الضوء ، ويكون تغيير عنوان مبدأ « ثبات سرعة الضوء » ليصبح مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » أكثر واقعية وتعبيراً ووضوحاً ؛ ويكون دعوة لـ « مبدأ دوبلر » ليأخذ مكانته نظراً لارتباطه بإزاحة ألوان الضوء و تردد طاقته .

إن تسمية مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » تحوى تسمية مبدأ « ثبات سرعة الضوء » . ويقصد بها كافة ألوان الضوء ، وبهذا المعنى فقط تُقبل تسمية مبدأ « ثبات سرعة الضوء » على أنها تسمية مختصرة « دلع » للحقيقة المعنى بها هذا المبدأ بالرغم مما تسببه من خطأ توجيه .

يقال دائماً : « الاسم على المسمى » أو : « يعرف الخطاب من عنوانه » فكان الأجدر تسمية مبدأ « ثبات سرعة الضوء » بالتسمية المرادفة الأكثر شمولاً : مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » ؛ فعلى الرغم من أن المعنى جوازاً - فى النهاية - واحد ؛ إلا أن التسمية المرادفة توحى بأن ثبات الانتشار للطاقة يرجع إلى قصورها ؛ فيكون التفسير من منطلقات المادة ، فى حين أن التسمية المختصرة توحى بثبات « السرعة » ؛ فيكون توجيه تفسير ثباتها إلى منطلق تعريفها كنخارج قسمة فراغ على زمن .

إن تسمية مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » تمهد و تسمح بضرب عصفورين بحجر واحد ، أما الحجر فهو : « طريقة عجلة فيزو » لقياس سرعة الضوء ؛ فبواسطتها يمكن قياس سرعة كافة ألوان الضوء الطبيعية ، فتصيب

هدفها الأول و هو : إثبات أن كافة ألوان الضوء الطبيعية ذات سرعة واحدة ثابتة ، إن تعبير : « كافة ألوان الضوء » يعنى كل ألوان الضوء دون استثناء ، و حيث أنه لم يرد إلى علمنا أن هناك تميزاً بين ألوان الضوء الطبيعية - ذات المصادر الساكنة - و ألوان الضوء الناتجة عن مصادر متحركة ؛ فتكون كلمة « كافة » - كما هو مفروض - شاملة الاثنين معاً - أى كافة الألوان بصرف النظر عن حركة مصادرها - فتكون طريقة « عجلة فيزو » بتحقيقها ثبات كافة ألوان الضوء قد أصابت الهدف الثانى تلقائياً ، و أثبتت عملياً و حققت مبدأ : « ثبات انتشار الضوء » بين هياكل الرصد جميعها - أى سيادته على هياكل الرصد الحرة كلها - ليكون قاعدة صلبة لتأسيس النظرية النسبية بدلا من « تجربة ميكلسون و مورلى » .

أما تسمية مبدأ : « تكافؤ الكتلة بالطاقة » ، فإن لدينا عليه تحفظاً ، و نفضل تسميته بمبدأ « قصور الطاقة » فى محاولة لتخفيف ثقل انعكاسات هذا المبدأ - الناتجة عن تسميته الأصلية - على المفاهيم الطبيعية للمادة و طاقتها ؛ فمن الأهمية بمكان محاولة الاحتفاظ - بقدر المستطاع - بالطبيعة الازدواجية للمادة و طاقتها ، والفصل بين حركة الكتلة الانتقالية و انتشار الطاقة الموجى . إن مبدأ « قصور الطاقة » يعنى أن للطاقة قصوراً .

إن فرضية « نسبة الآتية » قد تم الاستعانة بها لتحقيق التكافؤ (بمعناه ونصه) : تكافؤ من كافة الوجوه بين الكتلة و الطاقة ، و ما يعنينا على وجه الخصوص : التكافؤ في خاصيتي القصور و الانتقال ، أما بتعديل التسمية إلى مبدأ « قصور الطاقة » فهذا يعنى أن للطاقة قصوراً يكافئ قصور الكتلة دون أن نتعرض لكيفية حركة أى منهما ؛ و بذلك نفسح المجال للتفريق بين انتقال الكتلة و انتشار الطاقة ، و قد يكون لنا فى ذلك غنى عن فرضية « نسبة الآتية » .

نعلم أن هناك قاعدتين :

الأولى هى « مابنى على باطل فهو باطل » ،

و الثانية هى « هناك دائماً الشاذ الذى يثبت القاعدة » .

و لكن قد يكون فى بناء « قوانين ماكسويل » على زيف فكرة الإثير ما حاد بهذه القوانين عن الحق . لقد تعلق « ماكسويل » بفكرة الإثير هذه بل استهوته و ربط عليها عقيدته العلمية ، و حتى يؤكد وجهة نظره بخصوصها فقد جعل هدف حياته دراسة اخواص الأساسية لهذا الوسط : « الإثير » ، و تأكيداً لعقيدته العلمية بوجود « الإثير » كوسط حامل ، و أن سرعة الضوء منسوبة إلى هذا الوسط ، و محددة بخواصه من « النفاذية و السماحية » ، فقد صرح ، بطريقة لا لبس فيها بإمكانية قياس سرعة الضوء بالنسبة للإثير ! و كان هذا دافع « ميكلسون و مورلى » لإجراء تجربتهما .

لقد بنى « ماكسويل » معادلاته المعروفة باسمه للمجال الكهرومغناطيسى على فرضية خاطئة هى : وجود « الإثير » ! . فجاءت « النسبية الخاصة » وتخلصت من فرضية وجود الإثير « الوسط الساحر الساكن » ، ومعها فكرة « الفراغ النيوتونى المطلق » ، فى حين تمسكت بالقوانين : قوانين ماكسويل للمجال الكهرومغناطيسى ، واعتبرتها قوانين طبيعية سيادية لا متغيرة بالنسبة لمجموعات الرصد الحرة ، و الرسالة العلمية التى قدمها صاحب النظرية عام ١٩٠٥ عنوانها يبين مدى ارتباطها بالمجال الكهرومغناطيسى .

إن الانطلاقة الأصلية لـ « النسبية الخاصة » قامت لتفسير النتائج السلبية لـ « تجربة ميكلسون و مورلى » ؛ فتم صياغة مبدأ « ثبات سرعة الضوء » تأسيساً نظرياً على فرضية بقاء معادلات ماكسويل لا متغيرة فى هياكل الرصد القاصرة ؛ فأتخذ مبدأ « ثبات سرعة الضوء » أساساً لاستنباط « تحويلات لورانتز » التى تربط إحداثيات « الفراغ و الزمن » بين هيكلين قاصرين ؛ فتم اعتبار إحداثيات « نقطة هندسية » فى هيكل حر للحصول على إحداثيات نفس النقطة بالنسبة لهيكل حر آخر ، وبشرط تحقيق ثبات سرعة الضوء لحركة هذه النقطة فى كلا الهيكلين . وبعد ذلك تم استدعاء « جسيم مادى » ليحل محل تلك « النقطة الهندسية » خاضعاً لشروط « تحويلات لورانتز » ، فأفصح الجسيم المادى تلقائياً عن قصوره كحتمية لشروط ثبات سرعة الضوء ، ومن ثم تم استنباط مبدأ « تكافؤ الكتلة

بالطاقة « ؛ وبذلك فإن قصور المادة - من هذا المفهوم - هو صدى وانعكاس
خواص « الفراغ - الزمن » التي تم تأسيسها على مبدأ « ثبات سرعة
الضوء » .

و على ما تقدم فإن « النسبية الخاصة » بنيت على فرضية إيجابية
« الفراغ - الزمن » ، حيث وجدت في « تحويلات لورانتز » تعبيراً رياضياً لها .
إن لب « النسبية الخاصة » ومحورها الأساسي - في صياغتها الأصلية -
هو إرجاع القصور إلى فاعلية « الفراغ - الزمن » ، وتقنين مبدأ « تكافؤ
الكتلة بالطاقة » .

إن حقيقة « قصور الطاقة » كانت تحوم محلقة في الوجدان العلمي من
خلال معادلات ماكسويل بالاستنتاج الرياضى النظرى لـ « پوينتج » عام
١٨٨٤ ، وفي نهاية القرن التاسع عشر تم تحقيقها معملياً من خلال قياس
كمية حركة شعاع الضوء : أى قبل ما يزيد على خمسة أعوام كاملة من
ميلاد « النسبية الخاصة » ، و كحقيقة مؤكدة فلقد صاغ صاحب النظرية
بنفسه و استنبط العلاقة " $E = mc^2$ " المعبرة عن قصور الطاقة - بعد أن
أرساها « پوانكاريه » الأب الشرعى لـ « النسبية » - وبدون الرجوع إلى
فرضيات « النظرية النسبية » ، و اعتمد فقط على معطيات تقليدية صرفة .

و باختصار : إن الإنجاز النظرى المتميز لـ « النسبية الخاصة » هو تنويعها
لـ « قوانين ماكسويل » كقوانين طبيعية سيادية على هياكل الرصد القاصرة
تحت تأثير « تحويلات لورانتز » ، مؤكدة بذلك خضوع تلك القوانين لـ « مبدأ

النسبية » ، فتحقق تلقائياً في ذات الوقت سيادية سرعة الضوء ، واعتمدت « تحويلات لورانتز » على أنها التحويلات الطبيعية بين هياكل الرصد مترجمة لإيجابية إطار « الفراغ - الزمن » ، و نتيجة لهذه التحويلات تم تقنين مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » ؛ فأدى إلى تقنين تكافؤ الفراغ بالزمن إيذاناً بميلاد ما سمي بمتصل « الفراغ - الزمن » ذي الأربعة أبعاد ، وصارت سيادية القوانين الطبيعية تحت تأثير « تحويلات لورانتز » شرطاً ملزماً لصحتها كقوانين طبيعية متوافقة و متطابقة مع الطبيعة ، وهكذا استُكملت العقيدة العلمية لـ « النسبية الخاصة » : نظرية إيجابية « الفراغ - الزمن » .

إن الادعاء بأن النتائج السلبية لـ « تجربة ميكلسون و مورلي » تؤدي إلى إثبات مبدأ « ثبات سرعة الضوء » لهو ادعاء ينقصه الدقة ، حيث يمكن إظهار أن النتائج السلبية يمكن تفسيرها بافتراض أن التردد الطبيعي للضوء - خضوعاً لمبدأ النسبية - ثابت في أى هيكل رصد طبيعي كل على حده ، وليس بصورة سيادية مطلقة ، بالإضافة - بطبيعة الحال - إلى الفرضية البديهية بأن تردد شعاع الضوء لا يتأثر بالانعكاس .

وبعبارة موجزة : إن « تجربة ميكلسون و مورلي » ليست إثباتاً لـ « مبدأ ثبات سرعة الضوء » ، إنها إثبات لـ « مبدأ النسبية » ؛ لأن عدم إمكانية قياس السرعة المطلقة هي تحقيق لـ « مبدأ التكافؤ الكوني » .

ونظرياً تم تأسيس مبدأ « ثبات سرعة الضوء » على فرضية سيادية قوانين المجال لماكسويل التي تم تأسيسها على ضلال فكرة الإثير « الوسط

اخرافى السحرى » و ما يمتلكه من خواص تجريدية مثل : « النفاذية و السماحية » ، ألم تر كيف تم بدلالة هذه الخواص التجريدية صياغة و تحديد العلاقة الرياضية لسرعة الضوء ! ؟ ، و ألم تر كيف أن اختلاف سرعة ألوان الضوء فى الوسط المادى الواحد يكشف ركازة و قصور ترجمة قوانين ماكسويل لطبيعة المجال الكهرومغناطيسى ! ؟ ، و مع ذلك اتخذت « النسبية اخاصة » تلك المعطيات مدخلا لها ، و بعيدا عن مواطن الشك و الريبة هذه ؛ فستخذ طريقا آخر لصياغة هذه النظرية ، و ليس هذا فحسب هو الدافع للبحث عن طريق آخر بل دافعنا يرجع - فى المقام الأول - لسبب منطقى : فكون « النظرية النسبية اخاصة » : نظرية إيجابية « الفراغ - الزمن » هى نظرية أساس ، فحكر صياغتها على خواص و قوانين المجال الكهرومغناطيسى فقط أمر لا يستقيم عليه المنطق .

إن الادعاء بأن نتائج القوانين الميكانيكية النيوتونية هى نتائج تقريبية للقوانين النسبية هو ادعاء ينقصه الدقة ، و به من الإجحاف ما لا يخفى على الدارس الفاحص ؛ فإذا أردنا الدقة قلنا : إن تطبيق قوانين نيوتن قد تم فى غياب حقيقة « قصور الطاقة » ؛ فحيود نتائجها يكون بمقدار قصور الطاقة (أى مقدار الطاقة مقسوم على مربع سرعة الضوء) ، أى أن اخلل ليس فى القوانين النيوتونية . وإذا ابتغينا الإنصاف ؛ فعلينا إعادة القوانين الميكانيكية النيوتونية إلى صدارة مكانتها كقوانين طبيعية من الطراز الأول ؛ فهى متناغمة متوافقة و متآلفة مع « مبدأ النسبية » :

فها هو قانونها الأول يعبر عن انتظام إطار : « الفراغ - الزمن » مؤكداً و معبراً عن « مبدأ النسبية » فى هياكل الرصد القاصرة جميعها ،

أما الصيغة الرياضية لقانونها الثانى فبحقيقة كونه مشتقة تفاضلية زمنية من الدرجة الثانية فهو بذلك يعبر رياضياً عن « مبدأ النسبية » محققاً سيادته على جميع هياكل الرصد الحرة ،

أما قانونها الثالث ففيه من البدهة ما يغنى عن التعريف :

إنها قوانين حق سواء من مفهوم « نسبية جاليليو » ، أو النسبية القائمة على « تحويلات لورانتز » ، وهذا هو عين تفوقها ؛ فلتعد إلى صدارتها بين القوانين الطبيعية .

لكل هذه الأسباب - سنتخذ طريقاً آخر لصياغة هذه النظرية - سنتخذ من القصور : صمد الظواهر الطبيعية ، و من مبدأ « قصور الطاقة » مدخلا ، فمن منظور المفاهيم الأساسية للميكانيكا النيوتونية ، و باعتبار مبدأ « قصور الطاقة » فى تطبيق قانون نيوتن الثانى ، و تحليل النتائج المترتبة عليه من خلال « مبدأ النسبية » مع التمسك بقانون بقاء حركة مركز ثقل القصور ، و إغفال الطبيعة الموجبة لانتشار الطاقة تتأكد حتمية « ثبات سرعة الضوء » ، و لا عجب فإن مبدأ « ثبات سرعة الضوء » ، و مبدأ « قصور الطاقة » : وجهان لحقيقة واحدة !. لقد تم لنا ذلك باعتبار أن طاقة حركة الجسم صورة من صور الطاقة فلها قصور ؛ فأصبح حتماً لإعادة استخدام القانون الثانى لنيوتن أخذ هذه الحقيقة فى الاعتبار - أى اعتبار زيادة القصور مع زيادة

الحركة - وهذه هي بالتحديد نقطة انطلاقنا التى أغفلها نيوتن - و كان ذلك تحت ضغط مسلمات عصره - فعندما أجرى نيوتن التكامل للحصول على « طاقة حركة الجسم » ؛ فإيحاء من قانون « بقاء المادة » المعمول به فى علم الكيمياء - فى ذلك الوقت - تم اعتماد ثبات الكتلة مع الحركة ، و كان ذلك أيضاً تحت إغراء التسهيلات الرياضية التى تمنحها هذه الفرضية (كإمكانية إخراج الكتلة من تحت علامة التفاضل و التكامل باعتبارها كمية ثابتة) و لكن تبقى حقيقة : إن القانون الثانى لنيوتن قد افترض فى نصه الأسمى احتمالية التغير فى الكتلة. لقد كانت هفوة نيوتن تأكيداً لمقولة: « لكل حصان كبوة و لكل عالم هفوة » . و لسوف يتضح لنا مدى عمق إعادة الاستخدام لحقيقة « قصور الطاقة » فى تطبيق قانون نيوتن الثانى و انعكاساتها لتصل بنا إلى الخيط الرفيع الذى يفصل بين إيجابية أو لافاعلية الإطار الحاوى للمادة و حركتها : فإما فرضية « نسبة الآنية » وصولاً إلى « نسبة أينشتين » ، و إما إعادة صياغة تعريف فكرة الجسم المادى و انتشار طاقته شاملة فرضية « نسبة تردد الطاقة » : التغير فى التردد الناتج من التغير فى قصور الطاقة نتيجة للحركة النسبية بين هياكل الرصد .

و ليس معنى ذلك انتكاسة أو عودة إلى ما أطلق عليه « الفراغ النيوتونى الساكن المطلق » فهذه الصورة للفراغ قد انهارت و سقطت لنفس أسباب انهيار و سقوط فكرة « الإثير » : إنها عودة إلى « نسبة جاليليو » ، و معها « مجموعات الرصد القاصرة الطبيعية » المبنية على مبدأ

« التكافؤ الكوني » ، بعيداً عن ذلك « الفراغ النيوتوني المطلق الساكن » ،
أما بخصوص إعادة صياغة فكرة الجسيم المادى ، و انتشار طاقته الحركية
باعتبار الطبيعة الازدواجية للمادة ؛ فلقد بدأت فعلاً من منطلقات أخرى ،
و تم تقنينها فى « نظرية ميكانيكا الكم » .

إن قوانين « نظرية ميكانيكا الكم » قوانين سيادية شأنها فى ذلك شأن
القوانين النيوتونية سواء من مفهوم « نسبية جاليليو » أو مفهوم « النسبية
الخاصة » ، أما اعتبار الطاقة الكلية شاملة طاقة القصور مع طاقة الحركة فى
صياغة « هملتونين » معادلة الموجة للجسيم الحر فى « نظرية ميكانيكا الكم »
فهذا لا يعنى تطبيقاً فى إطار « النسبية الخاصة » بل فى إطار « نسبية جاليليو » ؛
و لا تزال فرضية « نسبية الآنية » و مدى الحاجة إليها لتأسيس سيادية القوانين
الطبيعية هى مربط الفرس .

إن النتائج الإيجابية لـ « تجربة ميكلسون و مورلى » هى التحقيق
العملى التجريبي لـ « مبدأ النسبية » . لقد أخرجت هذه التجربة « مبدأ
النسبية » من حيز الترف الفلسفى إلى حيز الواقع التجريبي ، لقد تحقق
عملياً بالتجربة ، أن السرعة المطلقة لا معنى لها و لا وجود : حيث لا مرجع
لها ، و بالتالى - بديهياً - لا يمكن قياسها - بأى وسيلة - بما فى ذلك
استخدام الضوء لهذا الغرض .

إن نتائج « تجربة ميكلسون و مورلى » هى تحقيق لـ « مبدأ النسبية »
و ليس إثباتاً لـ « مبدأ ثبات سرعة الضوء » .

إن مبدأ « ثبات سرعة الضوء » - بمعناه و نصه - يقدم وثيقة فشله على المستوى النظرى عند استخدامه لقياس السرعة النسبية ! ناهيك عن السرعة المطلقة ! ؛ فإذا كانت سرعة الضوء بالنسبة لهيكل رصد حر هي نفسها - أى ثابتة - بالنسبة لهيكل رصد حر آخر ؛ فكيف يمكن نظرياً استخدامها لإيجاد قيمة السرعة النسبية بينهما ؟ . إن مبدأ « ثبات سرعة الضوء » يجد تحقيقاً عملياً له - بصورة مباشرة - فى ثبات سرعة كافة ألوان الضوء الطبيعية ، و ليس لنا أو للنسبية من حاجة لمبدأ بثقل قيود مبدأ « ثبات سرعة الضوء » لتفسير نتائج « تجربة ميكلسون و مورلى » .

إن ثبات سرعة الضوء بكافة ألوانه فى هيكل رصد طبيعى واحد يمكننا من تأسيس مبدأ « ثبات سرعة الضوء » على حساب لونه بين هياكل الرصد الحرة جميعها ، و بعبارة أخرى : إن ثبات سرعة الضوء يرجع إلى نسبية طاقته ، أليس فى ذلك أيضاً ما يمكننا من إقرار أن ثبات سرعة الضوء على حساب لونه يمكن رده إلى فرضية « نسبية تردد الطاقة » خضوعاً للآنية المطلقة ، أى فى إطار « فراغ - زمن » جاليلى محايد ، و يكون فى هذا ما يغنينا عن اللجوء إلى فرضية « نسبية الآنية » ؟ .

إن الطاقة تتناسب مع ترددها ، و الحركة نسبية ؛ فالطاقة أيضاً نسبية ؛ و من ثم فإن فرضية « نسبية تردد الطاقة » : الاختلاف فى تردد الطاقة الناتج عن حقيقة نسبية قصورها : حقيقة من حقائق « النسبية » .

إن « تأثير دوبلر » هو : إزاحة ألوان الضوء نتيجة للحركة النسبية بين المصدر وملاحظه ويطلق عليه عادةً « ظاهرة دوبلر » ؛ ولقد امتد فساد تأثير فكرة الإثير ليشمل هذه الظاهرة أيضاً ليسمح للحديث فيها عن الجزء الحقيقى و الجزء الظاهرى لهذا التأثير ، و نلخص : لقد فقدت الحركة المطلقة معناها و حقيقتها و أصبحت الحركة النسبية هى يقين و حقيقة لا مظهرية فيها ، و تأكيداً لهذا الواقع يفضل تسميته بـ « مبدأ دوبلر » :

إنه إزاحة مستوى الطاقة نتيجة للحركة النسبية : إنه حقيقة استجابة المادة للحركة النسبية : إنه حقيقة « نسبة تردد الطاقة » : إنه حقيقة إيجابية المادة : إنه خطاب من الطبيعة مضمونه : إيجابية (استجابة) المادة للحركة النسبية .

و بعبارة أخرى ، إن « مبدأ دوبلر » ببساطة شديدة : هو التعبير عن حقيقة الاختلاف فى التردد الناتج عن الحركة النسبية بين المصدر والملاحظ ؛ إن الحديث عن التردد الظاهرى و التردد الحقيقى فى « ظاهرة دوبلر » ينم عن ضعف الإيمان بعقيدة النسبية و خلل و ركاقة فى فهمها . إن « مبدأ النسبية » قائم أساساً على أن الحركة النسبية هى الحقيقة و اليقين القائم بين هياكل الرصد الحرة ؛ فيكون الاختلاف فى التردد نتيجة للحركة النسبية بينهم أيضاً يقيناً لا مظهرية فيه : إنه تعبير عن حقيقة لأن الحركة النسبية حقيقة .

و قبل أن نسترسل فلنا وقفة هنا : من الدراسة التقليدية للحركة التوافقية البسيطة يتضح أن التردد يعتمد على كتلة المتردد (أى على

قصوره) ، بحيث إذا زادت كتلة المتردد قل تردده ، هذه حقيقة من حقائق الحركة التوافقية التقليدية ، فإذا اعتبرنا مبدأ « قصور الطاقة » ؛ فيجب اعتبار زيادة القصور الناتج عن الحركة ، وهذا بالتبعية يؤثر أيضاً على التردد فى الحركة التوافقية ، و عليه يجب إعادة صياغة العلاقة بين التردد وكتلة المتردد (قصوره الكلى) فى الهيكل الطبيعى لحركته التوافقية - أى الهيكل الساكن فيه مركز هذه الحركة التوافقية - و من باب أولى فإن زيادة قصور المتردد مرصوداً من أى هيكل آخر - غير هيكله الطبيعى - يؤثر على تردد الحركة التوافقية مرصودة من هذا الهيكل ؛ و بذلك فإن « تأثير دوبلر » يشمل أيضاً هذا التأثير : أى التغير فى التردد الناتج عن التغير فى القصور نتيجة للحركة النسبية بين هياكل الرصد ، و هذه هى بالتحديد فرضية « نسبية تردد الطاقة » .

لقد فرغنا توالاً من الحديث عن تأثيرين مختلفين يؤديان إلى اختلاف فى التردد نتيجة للحركة النسبية بين الهياكل :

الأول : تأثير كيناماتيكا الحركة ،

الثانى : التغير فى القصور نتيجة للحركة ؛

فإذا كان التأثير الثانى يعتمد على قيمة الحركة فقط دون اتجاهها (أى على مربع قيمة السرعة) فإن تأثير الحركة يشمل التأثيرين معاً ؛ لأنه لا توجد حركة دون اتجاه ، و يصبح الحديث عن « تأثير دوبلر » شاملاً التأثيرين معاً دونما تمييز أو تفريق ؛ من هذا المنطق فقط يمكننا الحديث عن « تأثير دوبلر العرضى » أى : التغير فى التردد الناتج عن الحركة دون اعتبار لاتجاهها .

و تلخيصاً : بفرض التغير فى التردد نتيجة للتغير فى القصور الناتج عن التغير فى الحركة ؛ فإذا كان المصدر والملاحظ مبتعدين عن بعضهما ينخفض التردد ليضاف إلى ذلك التغير الناتج عن التغير فى القصور ، أما إذا كان المصدر والملاحظ مقترين من بعضهما يزداد التردد ليضاف إلى ذلك التغير الناتج عن التغير فى القصور ، من هذا يتضح أهمية الدور الذى يلعبه « تأثير دوبلر » لتثبيت انتشار الطاقة بالتعاون مع قصورها ، ويظهر - فى نفس الوقت - الدور الذى يلعبه كساتر أيضاً لحقيقة التغير فى قصور الطاقة نتيجة للحركة بعد ما عرفنا ما لقصور الطاقة من انعكاسات جوهرية لمكنون الطبيعة ، و الدور الذى تلعبه الطاقة و انتشارها فى تحديد « فاعلية » أو " لفاعلية " إطار « الفراغ - الزمن » .

نعم العبرة بالنتائج ، و نتائج التجارب التى اتخذت لتأييد فرضيات « النظرية النسبية الخاصة » : نظرية إيجابية « الفراغ - الزمن » تنحصر فى :

١ - فيما يخص تساوى الطاقة بالكتلة : إن النتائج توافقت مع توقعات النظرية ، و أكدت تساوى الطاقة بالكتلة ، و لكن هذه الحقيقة قد أمكن إرساؤها دون الرجوع إلى فرضيات إيجابية « الفراغ - الزمن » ؛

٢ - فيما يخص تباطؤ التردد : يقال إن النتائج توافقت مع استنتاجات النظرية و أكدت من خلال « تأثير دوبلر العرضى » ، و لكن هذا التأثير أيضاً متوقع كنتيجة لحقيقة قصور الطاقة و التى تم إرساؤها - كما سبق الإشارة - دون الرجوع إلى فرضية إيجابية « الفراغ - الزمن » ؛

و عليه فإن نتائج تلك التجارب المشار إليها يمكن تفسيرها دون اللجوء إلى فرضيات « النسبية الخاصة » ؛ فتصبح تلك النتائج تحت أفضل الاحتمالات لازمة ولكنها ليست كافية كإثبات لفرضية إيجابية إطار « الفراغ - الزمن » .

لأنريد القول أو الادعاء بأن فرضية إيجابية إطار « الفراغ - الزمن » هي عنصر ضعف في « النظرية النسبية الخاصة » ؛ بل قد تكون مصدر قوتها كمحاولة لفهم حقيقة الكون ؛ فعلى سبيل المثال ، وعلى الرغم من أننا لن ندخل في هذا الكتاب - إلا لمساً - في « نظرية الجذب » إلا أننا نوجز : أن هذه النظرية قائمة على أساس أن الخواص اللاإقليدية لـ « الفراغ - الزمن » تظهر كجاذبية في الطبيعة محققة بذلك إيجابية الإطار الحاوى للمادة . دعنا نلخص الأمر من مفهوم إيجابية « الفراغ - الزمن » : لقد حددت خواص « الفراغ - الزمن » قصور المادة ، وظهرت تلك الخواص في الطبيعة كجاذبية : أى أن القصور والجاذبية وجهان لعملة واحدة هي إيجابية « الفراغ - الزمن » ؛ وبذلك يجد مبدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » مستقراً له في الطبيعة - ذلك المبدأ الذى حير الفكر العلمى طويلاً - فلقد كان مستعصياً على المنطق العلمى : كيف أن قدرة القصور للمادة يمكن أن تتساوى مع قدرتها على الجذب على الرغم من الاختلاف البين بين الظاهرتين ابتداءً من مستوى تعريفهما ؟ ، أما الآن ففى ضوء نظرية إيجابية « الفراغ - الزمن » فقد أرجع القصور إلى خواص « الفراغ - الزمن » وكذلك الجاذبية .

إن إعادة صياغتنا لـ « النظرية النسبية الخاصة » من منطلقات ميكانيكية هو في الواقع تحجيم للدور الذى لعبه المجال الكهرومغناطيسى فى صياغة هذه النظرية ، أما دافعنا لتقديم البند رقم (٣ : ٣) من هذا الكتاب فليس فقط استكمالا للشكل ، و تقديمًا للنظرية بطريقها المؤلف المتعارف عليه - أى مرورًا بقوانين المجال الكهرومغناطيسى لماكسويل - بل كان لنا علاوة على ذلك هدفان :

أولهما : تقديم لمحة موجزة سريعة للنظرية من منظور المجال الكهرومغناطيسى كافية لإظهاره كظاهرة طبيعية من الطراز الأول ،

ثانيهما : تمحيص فرضية - و هو الأهم بالنسبة لنا - هل يمكن من خلال دراسة ظاهرة المجال الكهرومغناطيسى الوصول إلى نفس الخيط الرفيع الذى يفصل بين تأثير الخواص المادية للمجال و تأثير الإطار الحاوى له ؟ ؛ و هل فى الإمكان حل تناقض النسبية : المتمثل فى ثبات انتشار الطاقة بين هياكل الرصد الحرة عن طريق إعادة صياغة و تعريف الخواص المادية للمجال الكهرومغناطيسى بدلا من اللجوء إلى القفز المباشر على خواص « الفراغ - الزمن » كحل فريد ؟ .

لقد ظهر لنا من الناحية النظرية البحتة أنه يمكن بفرضية إضافة و إدخال تعديلات طفيفة للمعادلة التحويلية لمركبات المجال الكهرومغناطيسى حل التناقض دون اللجوء إلى إعادة صياغة خواص « الفراغ - الزمن » ، و بعبارة أدق : بإدخال هذه التعديلات النظرية : تصير القوانين الكهرومغناطيسية - شأنها فى ذلك شأن القوانين الميكانيكية النيوتونية -

قوانين سيادية (لا متغيرة) بين هياكل الرصد القاصرة بمفهوم « نسبية جاليليو » ، و بالتالى فإن مبدأ « ثبات سرعة الضوء » - أى « ثبات انتشار الطاقة » - يمكن إرجاعه إلى اخواص المادية البحتة للمجال دون المساس بخواص « الفراغ - الزمن » .

لقد ذكر أن التعديل المطلوب إضافته - كفرضية - « تعديل طفيف » و نقصد بذلك : أن قياس قيمته - إن وجدت - صغيرة جداً فهو - كما هو متوقع - تعديل من القوة الثانية فى مقلوب سرعة الضوء ؛ أما من الناحية النظرية فهو تعديل ذات تأثيرات أساسية و مفهوم طبيعى متميز . إن القياس المعملى لهذا التعديل سيكتفه كثير من الصعوبات ، و ليست هذه راجعة إلى صغر قيمته فحسب ، بل أساساً نتيجة لاتجاهه ، و يمكن القول - بدون تحفظ - إن الصعوبات التى تكتنف طريقة قياسه تفوق الصعوبات التى نواجهها عند قياس « تأثير دوبلر العرضى » أما من الناحية النظرية فإن ثقتنا فى الجهد الدؤوب المضنى لعباقرة « الفيزياء النظرية » على مدى قرنين من الزمان تجعل وجود هذه الفرضية و عدم دراستها أمراً صعب الحدوث لأنها فرضية تمس البنية الأساسية للمجال الكهرومغناطيسى ؛ فإذا ما تحقق لنا أن هذا الباب موصد ، بحيث لا يمكن إدخال مثل هذا التعديل على تحويلات مركبات المجال الكهرومغناطيسى فى اتجاه الحركة ، فلا يزال الأمل أمام « نسبية جاليليو » قائماً طالما أن وحدانية قوانين المجال لماكسويل غير محققة رياضياً ، بالإضافة إلى فشل هذه القوانين فى ترجمة حقيقة اختلاف سرعة ألوان الضوء فى الوسط المادى الواحد .

إن الإمكانيات - وبالأخص فى هذا المجال الكهرومغناطيسى ذى
الخواص التى تحس ولا ترى - تجعل التحقق من هذا التعديل أمراً عسيراً .

إن الانقياد وراء هذا التعديل كان بإيعاز وإغراء :

أما الإيعاز فكان لمنطق التشابه و التماثل بين مركبات المجال ، وعززته
إيماءة من « فاراداي » ؛

أما الإغراء فكان بسبب إيماننا بأهمية المقارنة بين إيجابية المادة ، وإيجابية
الإطار الحاوى لها ؛ بالإضافة إلى مالدينا من أسباب فلسفية ومعطيات
منطقية ؛ فكان الانقياد وراء ذلك الإغراء .

ولكن بالقطع : إن للطبيعة تدييراً ومراداً ومكراً .

و لقد كانت المعالجة الرياضية لذلك البند من الكتاب ، أمراً لا مفر
منه ، وذلك لطبيعة الدراسات الكهرومغناطيسية واعتمادها على علم
الرياضة لصياغة خواصها .

لقد كان هدف الإنسان ماثلاً فى رؤوس فلاسفته و علمائه - فى ذاك
العصر و كل عصر - هو تتبع الأسباب و اختزال عناصر و لبنات هذا الكون
وصولاً إلى وحدانية ناموس طبيعى مسيطر ؛ فكان عنصر الإشارة الذى قدمته
« النسبية الخاصة » فى تقنين مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » ، فيها هى المادة
تكافئ طاقتها و كلاهما تعبير عن القصور الذى هو بدوره تجسيد لإيجابية
إطار « الفراغ - الزمن » ، و ها هى الأسباب تتتابع و اللبنة تُختزل ،

فامتد مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » لينسحب على « تكافؤ الفراغ بالزمن »
ليشكلنا كونًا ذا أربعة أبعاد مجسدًا بذلك فكرة « الفراغ - الزمن » ؛ و من
هذا المنطلق وجدت « النسبية الخاصة » قبولًا واستحسانًا باعتبارها خطوة
إيجابية في طريق تتابع الأسباب وصولًا إلى وحدانية الناموس الطبيعي ، هكذا
كان عنصر إثارتها •

فكأنها - أى النسبية الخاصة - قد تخلصت بعد البحث و التقصى من
خرافة فكرة « الإثير » لتضع مكانة متصل « الفراغ - الزمن » مجسمًا
مجسدًا •

لقد كان لنا تحفظ على تسمية مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » و قد
فضلنا تسميته بـ « مبدأ قصور الطاقة » ، فى محاولة لتخفيف ثقل
وانعكاسات هذا المبدأ على مفاهيم عناصر و لبنات الطبيعة ؛ إننا نريد أن
نُبقي للعقل البشرى سلامة وسائل رصده : إدراكه و استقباله و تصويره للكون
و حركة المادة فيه ؛ و أن نحتفظ لمفهوم فكرة الزمن بمقامها •

إن ثبات انتشار الطاقة بكافة مستوياتها قد يعكس لنا حتمية مفهوم
« سيادية الآنية » على هياكل الرصد الحرة ، و قد يكون لنا فى ذلك غنى
عن فرضية « نسبية الآنية » •

إن هدفنا تقديم « النسبية الخاصة » : نظرية إيجابية « الفراغ - الزمن » ،
وكذلك إحياء « النسبية الجاليلية » : نظرية إيجابية المادة ، و قد يفهم إعادة
الإحياء على أنه انحياز ، و بالتأكيد ظهر لنا أن تقديم البديل قد يكون إظهارًا
للأصيل ، فلقد ظهر لنا تعبيران :

الأول : " فكما نقول أن الحركة نسبية ، فإن « النسبية الخاصة » تنص على أن « الآنية نسبية » أيضاً " ،

الثاني : " إن الطاقة تتناسب مع ترددها ، والحركة نسبية فالطاقة أيضاً نسبية ، وعليه فإن « نسبية تردد الطاقة » حقيقة من حقائق النسبية " .

و على التعبير الأول بُنيت نظرية إيجابية « الفراغ - الزمن » ، و على التعبير الثاني وجدت « نسبية جاليليو » تعبيرها عن إيجابية المادة ، و بين التعبيرين : الفصل والاختيار الرقيق .

إن خواص مجال الجذب الطبيعي قد أظهرت لنا بوضوح زيف « مبدأ النسبية " العامة " » : ذلك المبدأ القائم على تكافؤ مجال الجذب الصناعي الناشئ عن « الحركة العامة » بمجال الجذب الطبيعي الناشئ عن وجود « كتلة جاذبة » ، أليس في فشل « الحركة العامة » في تخليق « مجال جذب طبيعي » ما يدفعنا إلى إعادة تقييم مصداقية نظرية إيجابية « الحركة الخاصة » على إطار « الفراغ - الزمن » ؟ ، ويكون في ذلك السبب المنطقي والدافع إلى إعادة فتح ملف : " « الفراغ - الزمن » و « آينشتين » " ؟ .

* * *

الفصل الأول

تأملات فى تعريفات أولية

الفصل الأول

تأملات فى تعريفات أولية

١ : ١	المادة و الحركة
٢ : ١	الفراغ و الزمن
٣ : ١	مبدأ التكافؤ الكونى
٤ : ١	هيكـل الرصد
٥ : ١	الآنية
٦ : ١	الراصد الحر
٧ : ١	الحركة المطلقة
٨ : ١	الحركة النسبية
٩ : ١	مجموعة الرصد الطبيعية
١٠ : ١	مبدأ النسبية
١١ : ١	القصـور
١٢ : ١	قانون نيوتن الثانى

١ : ١ - المادة و الحركة :

جرت العادة على تعريف المادة بأنها : كل ما يشغل فراغ ، ويمكن إدراكه مباشرة بالحواس ، أو بواسطة القياس ، و لإدراك المادة سواء بالحواس أو القياس ؛ فإنه يلزم أداء حركة لإتمام الحس ، أو إجراء القياس ، و الحركة هى التعبير المباشر عن تواجد الزمن ؛ لذلك يمكننا القول - باطمئنان - بأن « الفراغ - الزمن » هما الإطار الحاوى للمادة و حركتها .

إن أبسط تصور تقليدى للمادة هو : الجسم الكروى المصمت الصلب المتماسك ؛ فإذا كان هذا الجسم ذات حجم متناهٍ فى الصغر ، و يحتوى على كمية صغيرة محدودة من المادةسمى بـ « الجسم المادى » ، تمييزاً له عن « النقطة الهندسية » الافتراضية التى لا كيان مادى لها .

إن فكرة الجسم هى أبسط فكرة تقليدية لدراسة ديناميكا حركة المادة ، فى حين أن « النقطة الهندسية » هى أنسب فكرة لدراسة كيناماتيكا الحركة .

١ : ٢ - الفراغ و الزمن :

الفراغ اسم على مسمى : إنه الامتداد اللامحدود للشيء . إن امتداد المادة (أى ماتشغله من حيز فى الفراغ) : يعطى لنا مفهوم الفراغ ، و لا يمكن اعتبار مادة دون فراغ يحتويها ، فهل يمكن اعتبار فراغ دونما من مادة فيه ، أم إنه اللاشئ ؟ .

يوصف الفراغ أحيانا بأنه : نسيج متصل ، إن نعت الفراغ بكلمة نسيج أو متصل يعطى له صفة قد لا يمتلكها .

إن مفهوم الزمن هو صدى الحركة ، و الصعوبة تكمن فى التعريف به ، وإدراك مكنونه و ماهيته .

إن استمرار « الآنية » حقيقة ، فهل الحركة تجد حريتها فى رحاب اتساع استمرارية وجود تلك « الآنية » فتعطى لنا مفهوم « تواجد الزمن » كما أعطت لنا المادة و امتدادها مفهوم الفراغ ؟ . لا يمكن اعتبار حركة دون زمن يحتويها ، فهل يمكن اعتبار زمن دونما من حركة فيه ؟ ، أم أنه اللاشئ ! .

إن تعبير « ديمومة الآنية » يعكس مفهوم « تواجد الزمن » و يلغى صفة الاتجاهية فيه ؛ لأن التواجد لا يلزمه بالحثم الاتجاه ؛ و من ثم لا يلزمه صفة

المرور ، و يصبح « انعكاس مرور الزمن » ليس ذا محل في الطبيعة ، و ليس لدينا شواهد عليه ؛ بل قد يكون منطقنا لا يقبله . إن « التواجد المستمر » ، أو « سرمدية الآنية » حقيقة مؤكدة ، و إن كان صدى التعبير المألوف الدارج : « مرور الزمن » يجد قبولا و استحسانا ، و يسهل من خلاله تصور الزمن و ترتيب تتابع الحوادث فيه ، بدلا من التشويش المحتمل الناتج عن فكرة استمرار تواجده .

و إجمالا : إن امتداد المادة و حركتها يعطى لنا مفهومي الفراغ و الزمن ، و لا يمكن اعتبار « مادة و حركتها » دون « فراغ و زمن » يحتويهما ؛ فهل يمكن اعتبار « فراغ و زمن » دونما من « مادة و حركتها » فيهما ، أم أنه اللاشئ ؟ .

هل يمكننا إذا القول : إن « الفراغ و الزمن » هما انعكاس و صدى « المادة و حركتها » ، و من ثم القول : إن « الفراغ - الزمن » و « المادة و حركتها » وجهان لحقيقة واحدة ! ؟ .

ما من جدل في اختلاف المنظور الفلسفي لفكرة الزمن ، و لكن فرضية تماثله و ثبات استمرارية تواجده (انتظام مروره) يرجحها عدم إدراكه فيؤكددها المنطق ، أما أمره فلا علم ولا يقين لنا به ! .

١ : ٣ - مبدأ التكافؤ الكونى :

فى الفراغ الحر : الخالى من المادة ؛ فإن جميع أماكنه متشابهة متماثلة و متكافئة تماماً من كافة الوجوه ، فليس هناك مكان أو نقطة فى الفراغ مميزة عن أى نقطة أخرى . إن جميع الاتجاهات عند أى نقطة فى الفراغ متماثلة و متكافئة تماماً ، و ليس هناك اتجاه عند أى نقطة فى الكون مميز عن أى اتجاه عند أى نقطة أخرى فيه . إن « تواجد الزمن » ، أو « معدل مروره » عند أى نقطة فى الكون متماثل و متكافئ تماماً ، و ليس هناك أى « آنية » عند أى نقطة مميزة عن « آنية » أخرى : إنها « ديمومة آنية » متماثلة و متكافئة على جميع نقاط الكون . هذا هو مبدأ التكافؤ الكونى : فى « الفراغ - الزمن » الحر لا تميز لأى نقطة ولأى اتجاه ولأى « آنية » : إن كافة النقاط فى الفراغ متماثلة و متكافئة من كافة الوجوه و كافة الاتجاهات و كافة « الآنيات » : إنه حقيقة دوام تكافؤ كافة نقاط الفراغ و آنيته .

فى إطار مبدأ التكافؤ الكونى هذا ؛ فإن الحركة الحرة الغير مقيدة ، أو الغير مدفوعة فى الفراغ الحر الخالى من أى مادة تفقد وسيلة رصدها ذاتياً و بعبارة أخرى : إن الحركة المطلقة تصبح لا معنى لها حيث لا مرجع لها ، علاوة على استحالة إدراكها أو قياسها ذاتياً ، و أى محاولة لذلك بأى وسيلة - بما فى ذلك استخدام الضوء كما فى « تجربة ميكلسون و مورلى » - لا يكتب لها النجاح .

١ : ٤ - هيكل الرصد :

لدراسة حركة أى جسيم يلزم إمكانية رصده : أى تحديد مكان و زمان تواجده بصفة مستمرة تجعلنا قادرين على تمييزه بعيداً عن « التشويش » المحتمل للتواجد فى نفس المكان مع تتابع الحركة (تتابع الزمن) ، و لتطبيق ذلك يمكننا تخيل إنشاء هيكل رصد : عبارة عن جمالونة متماسكة مكونة من ثلاثة محاور رئيسية متعامدة و متقاطعة فى نقطة واحدة ، مكونة بذلك ثلاث مستويات رئيسية متعامدة و متقاطعة عند نقطة الأصل ، عندها يسكن الراصد الذى يتخذ لنفسه من المحاور الرئيسية الثلاثة محاور الإسناد الكرتيزية التقليدية .

و استكمالاً لإنشاء هيكل الرصد هذا سنقوم بتقسيم الفراغ إلى مكعبات متماثلة متراصة متجاورة بحيث يقع أحد رؤوس هذه المكعبات عند نقطة الأصل و تتوازى أحرفه مع المحاور الرئيسية ، و نقوم بتزويد رؤوس هذه المكعبات بساعات متماثلة و متوافقة مع بعضها ، بهذا الترتيب يمكننا دراسة حركة الجسيم : مكانه و زمان تواجده فى هذا المكان ، بصورة لحظية متصلة ، و كون الساعات متماثلة و متوافقة ؛ فإن اللحظية (الآنية) بالنسبة لهيكل الرصد هذا تعنى : قراءة واحدة لكل الساعات ، و على الراصد الموجود عند نقطة الأصل الأخذ فى الاعتبار مكان كل ساعة ، و سرعة وسيلة التحقق من توافقها حتى يتأكد من توافق تلك الساعات معاً ، و يزود الراصد أيضاً بوسائل قياس المسافات و الكتل . هذا هو ما نعينه بهيكل الرصد .

١ : ٥ - الآنية :

ورد فى البند السابق أن اللحظية (الآنية) بالنسبة لهيكل رصد تعنى قراءة واحدة لكل الساعات ، ويبقى لنا فى هذا البند التعريف الدقيق لـ « الآنية » .

إن تعريف « الآنية » يمكن صياغته كالاتى :

« هى الفترة الزمنية بين قراءة الساعات « الآن » و القراءة التى تليها عندما تزول هذه الفترة بين القراءتين إلى فترة متناهية فى الصغر . » .

١ : ٦ - الراصد الحر :

جمالونة الرصد المتماسكة التي تم وصفها فى بند (١ : ٤) تعتبر هيكل رصد تقليدى يصلح لدراسة حركة الجسم المادى ، ويمكننا إنشاء هيكل للرصد آخر ، أكثر مرونة من هذه الجمالونة المتماسكة ، سنطلق عليه « مرصد » و لك أن تتخيل « مركبة فضائية » مجهزة بكافة الوسائل الحديثة لقياس المسافات و الزمن ، و مزودة بوحدة المسافات ، و وحدة الزمن ، وكذا وحدة الكتل ، و تملك من الأجهزة مايمكنها من تغيير اتجاهها فى الفراغ ، و الاحتفاظ بالاتجاه النسبى ؛ إلا أنها غير مزودة بأى قوة دافعة ، و أن هذه « المركبة الفضائية » ، أو كما سميت : « المرصد » موجودة فى الفراغ الحر الخالى من المادة - ساحة حرة فيه بدون أى محركات ؛ و لهذا سنطلق على هذه المركبة الفضائية : « المرصد الحر » . إن وصف المرصد بأنه حر يعنى فى الحقيقة أنه سباح فى فراغ حر ، و أنه حر أيضاً أى : غير مقيد ، أو غير مدفوع بأى قوة . أما قائد هذه المركبة فيطلق عليه : « الراصد الحر » ، و أحياناً يطلق على هيكل الرصد هذا اسم : « هيكل الرصد القاصر » ، هذا الوصف يعكس أيضاً المعنيين السابق ذكرهما ، فوصف قاصر هنا يعنى : قصور الهيكل عن تغيير حالة حركته كما يوضحها لنا قانون نيوتن الأول ؛ أما المعنى الثانى فإن تسميته : « هيكل الرصد القاصر » تعنى : وجوده فى فراغ خالى من المادة ، و أنه أى الهيكل غير مقيد ، أو غير مدفوع بأى قوة . إن

تسمية « هيكل الرصد الحر » أو « الراصد الحر » لها مرادفها ، و يطلق عليه :
« هيكل الرصد القاصر » ، أو « الراصد القاصر » .

سبق أن ذكرنا أن هذا « الراصد الحر » يملك من أجهزة القياس والمتابعة مايمكنه من تكوين وحدة متكاملة مستقلة للرصد ، لذلك وتأكيدا لهذه الإمكانيات يطلق عليها أحيانا : « مجموعة الرصد الحرة » ، وبطبيعة الحال يمكن تسميتها : « مجموعة الرصد القاصرة » ، وكلها مرادفات لنفس الشيء ، واختصارا يطلق عليها أيضا : « هيكل قاصر » ، أو « الهيكل » ، أو « المجموعة » ، ويقصد بها نفس المعنى ، مالم ينص على غير ذلك صراحة .

و الآن لنفرض أنه قد تم الاتفاق على ترتيب اصطلاحى بين هيكلى رصد قاصرين $[S]$ و $[S']$ بحيث يكفينا الإشارة إليهما لنضع كافة الترتيبات بينهما دون الحاجة إلى إعادة ، أو تكرار شرحها وسط سياق الحديث حرصا على استمراره :

اتفق على أن يتخذ كل راصد فى مرصده « المحاور الكرتيزية التقليدية المتعامدة » محاور إسناد خاصة به ، أما فيما يتعلق بالسرعة فإن شرط كون الراصد قاصرا بالمفهوم الوارد فى البنود السابقة فإن الحركة النسبية بين الراصدين محددة بكونها خطية منتظمة ، وأن خط عمل هذه الحركة يمر بمركبتيهما الفضائيتين ، و تسهيلا لنقل البيانات و المعلومات بينهما ؛ فقد اتفقا أيضا على : أن يكون محورا السينات منطبقين على محور الحركة ، وأن يتوازى محورا الصادات فيما بينهما ، و كذلك يتوازى محورا العينات ، أما

فيما يختص باتجاه السرعة : فإن الراصد الأول $[S]$ يتحرك في الاتجاه الموجب لمحور سينات الراصد الثاني $[S']$ و بذلك يكون الراصد $[S']$ متحركاً في الاتجاه السالب لمحور السينات للراصد $[S]$.

لقد تم الترتيب السابق بين الراصدين و الهدف هو تسهيل نقل البيانات و المعلومات بينهما ، وكان ذلك دون الإخلال بأى مسألة جوهرية تخص أياً من الهيكلين ؛ فعندما يَرد الحديث عن الراصد $[S]$ والراصد $[S']$ - فى أى موضع من هذا الكتاب - فإن الترتيبات السابقة و المتفق عليها ستكون قائمة و مطبقة تماماً حتى لو لم نذكر ذلك صراحةً : إنها مسألة اصطلاحية .

١ : ٧ - الحركة المطلقة :

طبقاً لمبدأ « التكافؤ الكونى » المذكور فى الفصل (١ : ٣) ؛ فإن أجهزة الراصد الحر لن تُظهر له أى اختلاف من أى نوع فى أى نقطة ، أو أى اتجاه ، أو أى لحظة ؛ و من ثم فإن الراصد الحر سيقدر أنه ساكن ، و بديهياً فإنه لن يتمكن من قياس سرعته المطلقة - بأى وسيلة مهما كانت - حيث لا مرجع له ؛ و بذلك فإن السرعة المطلقة قد فقدت معناها ، و يصبح قراره بأنه ساكن يقيناً و حقيقة مؤكدة بالنسبة له ، ربط عقيدته عليها بحيث لا يمكن زعزعتها : إن سكونه هو واقعه و يقينه .

١ : ٨ - الحركة النسبية :

استكمالا لحديثنا فى البند (١ : ٦) لنفرض الآن أن « الراصد الحر » [S] قد رصد « جسم متحرك » ، وبناءً على يقينه بأنه ساكن ؛ فسيقرر يقيناً أن الجسم متحرك بالنسبة له ، دعنا الآن نفترض وجود « مرصد حر » جديد [S'] ؛ من البديهي أن « الراصد الجديد » سيقدر بنفس اليقين أنه ساكن ، وأن الجسم متحرك بالنسبة له . نفرض إذاً أن الاتصال قد تم بين الراصدين ، فسيقرر كل راصد بأنه صاحب المرصد الساكن ، وأن المرصد الآخر متحرك بالنسبة له ، ولن نستطيع أن تزعم يقين أى منهما ! .

إن الحركة النسبية بينهما هى الحقيقة واليقين والواقع بصرف النظر عما يزعم كل منهما بأنه يقيناً ساكن ، وبهذا المفهوم ؛ فإن الحركة النسبية : حقيقة و يقين و واقع لم يختلف عليها أى راصد و الحركة المطلقة و معها السكون المطلق فقدما معناهما حيث لا مرجع لهما .

ورد فى هذا الفصل تسمية : « الراصد الجديد » ، وفى الواقع ليس هناك « جديد » بالنسبة للراصد « الثانى » ، و « قديم » بالنسبة للراصد « الأول » ، فكلا الراصدين جديدان ، أو قل : كلا الراصدين قديمان ؛ لذلك فإننا سنكتفى فقط بتسمية : « الراصد الأول » و « الراصد الثانى » ، على أن تكون كلمة « الأول » ، أو « الثانى » ، للتعين و ليست للتمييز ، فليس هناك ميزة من أى نوع تميز أحدهما على الآخر .

اتضح لنا مما سبق أن الحركة المطلقة قد فقدت مضمونها ، وأصبحت الحركة النسبية هي الحقيقة المعبرة عن حركة الجسم المادى . ويعرف الراصد سرعة الجسم النسبية بأنها : المعدل الزمنى لقطع الجسم للمسافات مقاسة بالنسبة لهيكل رصده : أى أن السرعة النسبية تتحدد بالنسبة لراصد معين على أساس أنها خارج قسمة المسافة على الزمن كليهما - أى المسافة والزمن - مقاساً بالنسبة للراصد . فإذا كان هناك جسم سرعته " u " بالنسبة للراصد [S] ، فهذا معناه أن " u " تساوى خارج قسمة المسافة التى يقطعها على الزمن اللازم لقطع هذه المسافة مقاساً بالنسبة إلى الراصد [S] أى :

$$u = \frac{x}{t} , \dots\dots\dots (1 : 8 - 1)$$

والآن إذا فرضنا أن " v " هي سرعة الراصد [S] بالنسبة للراصد [S'] ، وأن سرعة الجسم بالنسبة للراصد [S'] هي " u' " حيث :

$$u' = \frac{x'}{t'} , \dots\dots\dots (1 : 8 - 2)$$

فما هي العلاقة بين " u " و " u' " .

دعنا الآن نستعين بـ « تحويلات جاليليو » التى تعطى بالعلاقين :

$$u' = x + vt ,$$

$$t' = t ;$$

ومنها فإن :

$$u' = \frac{x + vt}{t'} = \left(\frac{x + vt}{t} \right) \frac{t}{t'} , \quad \dots\dots\dots (1 : 8 - 3)$$

ومنها فإن :

$$= \left(\frac{x}{t} + v \right) \frac{t}{t'} , \quad \dots\dots\dots (1 : 8 - 4)$$

$$= (u + v) \cdot \frac{t}{t'} , \quad \dots\dots\dots (1 : 8 - 5)$$

وحيث أن :

$$t = t' , \quad \dots\dots\dots (1 : 8 - 6)$$

فتكون العلاقة التى تربط " u' " بـ " u " هى :

$$u' = u + v , \quad \dots\dots\dots (1 : 8 - 6)$$

لنا وقفة هنا : إن السرعة " u " للجسيم بالنسبة للراصد [S] تختلف عن السرعة " u' " بالنسبة للراصد [S'] ، ليس هناك مشكلة على الإطلاق فى حقيقة اختلاف قيمة سرعة الجسيم من راصد إلى آخر : إنها حقيقة النسبية ، بل لاحظنا أن قيمة " u' " نحصل عليها بعملية جمع خطى بسيط لكل من " u " و " v " : أى نحصل على " u + v " ، (نريد التركيز على أن الاختلاف فى قيمة سرعة الجسيم من راصد إلى آخر هو أمر طبيعى - إنها حقيقة النسبية - ولكن الأهمية تكمن فى طريقة جمع السرعتين) ، والآن دعنا نتمعن فى السبب الذى مكنتنا من إجراء عملية الجمع بهذه الصورة

الخطية البسيطة ؛ إن هذا السبب واضح جداً : إنها « تحويلات جاليليو ،
حيث :

$$t = t'$$

إن هذه العلاقة مكنتنا من إتمام عملية الجمع للسرعات بصورة خطية
بسيطة ، وإننا نستطيع أن نجزم أن : « النسبية الخاصة » قد قامت أساساً على
التعديل فى هذه الحقيقة البسيطة .

إن السرعة النسبية ليست خاصية ذاتية للجسيم ، ولكنها « واقع »
للجسيم يختلف من راصد إلى آخر ، ويوجد دائماً مرصد تكون لديه السرعة
النسبية للجسيم مساوية للصفر : أى يكون الجسيم ساكناً بالنسبة لهذا
المرصد : إنه المرصد الطبيعى للجسيم ، ومن منظور حقيقة النسبية فإن
سكون الجسيم ، أو حركته (بسرعة خطية منتظمة) تعبر عن جوهر حقيقة
واحدة هى : أن الجسيم حر ، وليس تحت تأثير أى قوة خارجية ، وأنه قاصر
عن تغيير سكونه أو حركته الخطية المنتظمة ؛ ومن هذا فإن واقع حالة
الجسيم قد تكون ساكنة عند راصد ، ومتحركة عند آخر ، فنقول :

إن الواقع نسبى والجوهر سيادى مطلق ،

و عند هذا القول قد يكمن مصدر اللبس والحيرة عند دارس « النسبية » .

١ : ٩ - مجموعة الرصد الطبيعية :

تفادياً للحيرة و اللبس أو سوء الفهم عند دراسة أى ظاهرة طبيعية بين مجموعات الرصد القاصرة المختلفة ؛ فإننا سنقوم بتعريف « مجموعة الرصد الطبيعية » على أنها : « هيكل الرصد القاصر » الذى يكون مصدر هذه الظاهرة ساكناً فيه . من هذا المفهوم فإن « مجموعة الرصد الطبيعية » هى الوريث الشرعى لهيكل الرصد القاصر الساكن فى الفراغ النيوتونى المطلق الساكن ، طبعاً مع الفارق ؛ لأن « مجموعة الرصد الطبيعية » ليست ساكنة لأن السكون المطلق كالحركة المطلقة لا معنى لهما ، بل هى مجموعة رصد حرة ملازمة و مصاحبة لمصدر الظاهرة المعنية بالدراسة ؛ و على ذلك تستقيم النظرة التبادلية بين مجموعات الرصد الحرة المختلفة ، و يصبح من الأهمية تحديد : أين تسكن الظاهرة الطبيعية ، لتمييز و تعيين هيكل رصدها الطبيعى ؛ و من ثم : يكون واقعها (أى واقع الظاهرة) مرصوداً من خلال هياكل الرصد الأخرى . إن « مجموعة الرصد الطبيعية » مؤهلة لاستيعاب « مبدأ النسبية » ، لأن فكرة الفراغ النيوتونى المطلق الساكن قد سقطت لنفس أسباب سقوط فكرة الإثير « الوسط السحري الخرافى » حامل الموجات الكهرومغناطيسية .

بهذه الاعتبارات نأمل أن يزول سبب رئيسى لكثير من سوء الفهم و اللبس عند محاولة دراسة واقع الظواهر الطبيعية مرصوداً من هياكل الرصد المختلفة .

١ : ١٠ - مبدأ النسبية :

رأينا في البنود السابقة أن أى « راصد حر » متمسك يقيناً بحقيقة زعمه أنه صاحب المرصد الساكن ، وكان معنى ذلك فقد الحركة المطلقة لمعناها ، ومعها السكون المطلق . إن الحقيقة القائمة و المؤكدة بين الهياكل الحرة هي الحركة النسبية بينهم . إن مصدر هذا اليقين هو مبدأ التكافؤ الكونى الذى هو فى الحقيقة انعكاس و صدئ لانتظام خواص الفراغ و الزمن الحر . لقد استشف « جاليليو » هذه الحقيقة و تم تقنينها فيما يعرف باسم : « مبدأ النسبية » ، و ينص على : « إن جوهر القوانين الطبيعية متكافئ بالنسبة لجميع هياكل الرصد الحرة » : إن جوهر القوانين الطبيعية كما يرصدها و يقررها أى راصد هي نفسها القوانين التى يرصدها و يقررها الراصد الآخر ؛ و أن الراصدين - فيما يخص جوهر الظواهر و القوانين الطبيعية - يقفان على قدم المساواة ، بشرط أن تكون الحركة بينهما خطية منتظمة .

إن جوهر القوانين الطبيعية واحد فى جميع هياكل الرصد الحرة دونما تمييز ، و لتظل هذه الحقيقة شاخصةً أمامنا إنها : « مبدأ النسبية » .

و باختصار إن مبدأ النسبية هو : حقيقة تكافؤ هياكل الرصد الحرة .

لقد اعتبرت تلك الحقائق ترفاً فلسفياً لا يقدر عليه العلماء التجريبيون حتى جاءت « تجربة ميكلسون و مورلى » بنتائجها السلبية - بل قل : بنتائجها

الإيجابية - تأكيداً على أن الحركة المطلقة لا وجود ولا معنى لها ، ولا يمكن قياسها ، حيث لا مرجع لها ؛ فانتقل بذلك « مبدأ النسبية » من كونه ترفاً فلسفياً إلى حقيقة علمية تم تحقيقها عملياً بالتجربة .

و باختصار يصبح تكافؤ هياكل الرصد الحرة حقيقة مؤكدة بالتجربة العملية ؛ فبهذا المفهوم يستقر « مبدأ النسبية » ، فى الوجدان العلمى^(١) ، و تصير سيادية القوانين الطبيعية على جميع هياكل الرصد الحرة شرطاً ملزماً .

(١) أما فيما يخص توافق « مبدأ النسبية » مع « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » ؛ فإن هذا التوافق يحتم افتراض وجود قيود لتحقيقه : فلما أن تكون هذه القيود على المادة ، أو على الإطار الحافى لها ؛ وهذا هو الاختيار الرقيق : محور كتابنا هذا .

١ : ١١ - القصور :

القصور صمد الظواهر الطبيعية .

و يُعرف قانون نيوتن الأول بأنه القانون المعبر عن قصور المادة ، وينص على أن « الجسم الحر فى الفراغ الحر يظل ساكناً ، أو متحركاً حركة خطية منتظمة ما لم تؤثر عليه قوى خارجية تعمل على تغيير حالته » :

إن الجسم فى ذاته قاصر عن تغيير حالة حركته .

إن القصور هو مقاومة التغير فى حالة الحركة . و يديهى أن قانون نيوتن الأول قانون طبيعى من الطراز الأول ، فهو ترجمة صريحة لـ « مبدأ النسبية » ، لأن أى راصد سيقدر بأن القانون الأول لنيوتن قائم لديه :

إن قانون نيوتن الأول قائم فى أى هيكل رصد حر ، وهذا - ببساطة -

معنى « مبدأ النسبية » .

إن قانون نيوتن الأول : قانون قصور المادة ، يجد فى « مبدأ النسبية » صدهاء فيتناغم معه ، و تعبيراً عن هذا التناغم ، فقد أطلق على « هيكل الرصد الحر » الاسم المرادف « هيكل الرصد القاصر » ، و نعى به : الهيكل المعبر عن قانون نيوتن الأول : قانون القصور .

إن تناغم قصور المادة مع « مبدأ النسبية » لهو تأكيد على أن القصور -

ركيزة القوانين الميكانيكية - هو خاصية طبيعية من الطراز الأول .

فإذا أظهرت الطاقة أن انتشارها ثابت بالنسبة لجميع هياكل الرصد الحرة : أى إنها تقاوم التغيير فى الحركة ، أليس فى ذلك إشارة إلى أن ثبات الانتشار يرجع إلى قصور الطاقة ؟ .

١ : ١٢ - قانون نيوتن الثانى :

يُعتبر القانون الثانى لنيوتن أساس دراسة ديناميكا الحركة للجسيم المادى ، و هو بحق جوهره بين القوانين الطبيعية ؛ إذ يربط بين كميات طبيعية أساسية ، و ينص على أن : القوة المؤثرة على جسيم تساوى معدل التغير فى كمية حركته .

إن كمية حركة الجسيم هى عبارة عن : حاصل ضرب كتلته (أى قصوره) فى سرعته ، و للحقيقة نذكر أن نيوتن قد صاغ هذا القانون على أساس أن كتلة الجسيم دالة متغيرة و هذه حقيقة لايجوز إغفالها ؛ و لكن تحت تأثير مسلمات عصره و على الخصوص : سيطرة و سطوة قانون « بقاء المادة فى علم الكيمياء » و تحت إغراء تسهيل رياضيات قانونه فإنه اعتبر أن الكتلة كمية غير متغيرة مع السرعة ، و تم إخراجها - أى الكتلة - من تحت علامة التفاضل الزمنى و بعد ذلك اتخذ ثبات و بقاء الكتلة مع الحركة كبدئية مسلم بها فى علم الميكانيكا النيوتونية .

إن تناغم و توافق القوانين الميكانيكية النيوتونية يرجع فى المقام الأول إلى كونها تقنياً لبديهيات أولية متوافقة و متناغمة مع « مبدأ النسبية » ، سواء من منظور النسبية القائمة على « تحويلات جاليليو » أو النسبية القائمة على « تحويلات لورانتز » . إنها - أى قوانين نيوتن - بديهيات أولية و من يخالفها فقد أخطأ ، و هذا هو مكمن تفوقها .

سبق أن ذكرنا أن قانون نيوتن الثانى يعتبر بحق جوهره فى القوانين الطبيعية ، و تطبيقاً لـ « مبدأ النسبية » يتحتم أن يكون قائماً و صالحاً بين جميع المراسد الحرة ، و تناغمه مع « مبدأ النسبية » ينبع من حقيقة كونه معادلة تفاضلية من الدرجة الثانية بالنسبة للزمن ، و حيث أن السرعة النسبية بين هياكل الرصد الحرة هى سرعة خطية منتظمة فهى كمية ثابتة ، و تفاضلها الأول بالنسبة للزمن يتلاشى ، و لا يكون لها تأثير فى صياغة القانون : أى أن رياضيات القانون نفسه تجعله متناغماً و متوافقاً مع « مبدأ النسبية » .

ولبيان تناغم و توافق القانون الثانى لنيوتن - كقانون طبيعى - مع « مبدأ النسبية » دعنا نفرض أن جسيماً يتحرك حركة حرة ، و يقوم كل راصد بحل المعادلة التفاضلية من الدرجة الثانية المعبرة عن قانون نيوتن الثانى و المصاغة فى الإحداثيات « الفراغية الزمنية » الخاصة به ؛ بهدف الحصول على العلاقة التى تصف حركة الجسيم : أى مكان و زمان تواجداه مقاسة بالنسبة لهذا الراصد : هذا يعنى أن يقوم كل راصد على حده بإجراء التكامل مرتين للمعادلة التفاضلية لهذا القانون ؛ و بعد إجراء هذا التكامل سيظهر لكل راصد ثابتان للتكامل ، و لتحديد هذين الثابتين يجب الرجوع إلى الشروط الابتدائية للحركة ، هذه الشروط - بطبيعة الحال - تختلف من راصد إلى آخر ؛ لذلك فإن الواقع النهائى لحركة الجسيم سيكون مختلفاً لدى كل راصد ، و هذا لا يحجب التناغم و سيادية الجوهر كما يتطلبه « مبدأ النسبية » ، و لتوضيح ما نقصده من « سيادية الجوهر » مع « نسبية الواقع » : سنتخذ

الراصدين [S] و [S'] ، وسنفرض أن الجسم المادى يتحرك فى المستوى (س ص) بالنسبة للراصد [S] ، و من الواضح أن الاعتبار التى تم الاتفاق عليها - بين الراصدين سلفاً - لترتيب محاور و مستويات الإسناد لاتؤثر بأى صورة على مكنون و جوهر الحقيقة التى يخضع لها الجسم المادى . و الآن نفرض أن الجسم المادى حر الحركة : أى لا تؤثر عليه قوى خارجية ، و أن هذه الحقيقة يعترف بها الراصدان ؛ فإن قانون نيوتن الثانى بالنسبة للراصد [S] يأخذ الصورة :

$$\ddot{x} = 0 , \dots\dots\dots (1 : 12 - 1)$$

و بالنسبة للراصد الثانى [S'] يأخذ الصورة :

$$\ddot{x}' = 0 , \dots\dots\dots (1 : 12 - 2)$$

و معنى ذلك أن القانون الثانى لنيوتن يأخذ نفس الصورة بالنسبة للراصدين و هذا هو عين « مبدأ النسبية » ، و جوهر هذه الحقيقة السيادية المطلقة ؛ فإذا قام كل راصد بحل المعادلة التفاضلية الخاصة بحركة الجسم الحر بالنسبة له ليهكل رصده فسيقرر الراصد الأول [S] أن الجسم الحر يتحرك بالنسبة له حركة خطية منتظمة واقعة فى المستوى (س ص) ، و يتحرك فى خط يقطع محور السينات عند النقطة "x₁" و يميل بزاوية "α₁" على الاتجاه الموجب لمحور السينات . أما الراصد الثانى [S'] فسيقرر أن الجسم يتحرك حركة خطية منتظمة فى خط مستقيم أيضاً ، و هذا الخط واقع بأكمله فى المستوى (س ص) ، و يقطع محور السينات لديه عند النقطة "x'₁"

و يميل بزارية قدرها " α'_1 " لاتجاه الموجب لمحور السينات الخاص به، و بالمقارنة سنجد أن " x_1 " لا تساوى " x'_1 " وأن " α'_1 " لا تساوى " α_1 " ، وعليه فإن واقع حالة الحركة قد تغير من راصد إلى آخر . من حيث أن ميل خط الحركة يختلف عند كل راصد ، وأن نقطة التقاطع مع محور السينات أيضاً مختلفة عند كل راصد ، فى حين أن جوهر الحقيقة : القانون المسيطر و المسبب للحركة واحد و سيادى على مجموعات الرصد .

و على نفس المنوال ، و بنفس الآلية ؛ فإذا ماتحرك جسيم حركة توافقية بسيطة على محور صادات الراصد [S] مركزها ينطبق على نقطة الأصل لديه ؛ فإن هذا الجسيم يتحرك بالنسبة للراصد [S'] حركة موجية محورها خط عمل السرعة النسبية بين الهيكلين : إن واقع الحركة مختلف (نسبى) لدى كل راصد فى حين أن جوهر الحركة (قانونها المسبب لها) واحد ، وهكذا فإن :

الجوهر سيادى و الواقع نسبى . فإذا ماصادف دارس للنسبية لبساً و حيرة أو سوء فهم ؛ فمصدر ذلك قد يكمن عند هذه الحقيقة .

إن « واقع الحال » يختلف ، و لكن ليس للحد الذى يناقض جوهر الحقيقة : بمعنى أنه لا يمكن أن يختلف الواقع النسبى لدرجة أن تظهر حركة الجسيم الحر عند [S] فى خط مستقيم بينما تظهر عند [S'] فى منحنى ، ذلك ناشئ من أن كلا من [S] و [S'] هيكلان حران ، و من هذا المنطق

يكون العكس صحيحاً بمعنى : إذا كانت حركة الجسم بالنسبة للهيكل
[S] حركة في منحنى ، فلا يمكن بأى حال إيجاد هيكل حر آخر تكون
فيه حركة نفس الجسم خطية منتظمة ، وهذه الحقيقة - رغم بساطتها -
ذات أهمية بالغة ؛ ففيها بيان زيف « مبدأ النسبية العامة » .

* * *

الفصل الثانى

« النظرية النسبية الخاصة »

من

منطلقات ميكانيكية

الفصل الثانى

« النظرية النسبية الخاصة »

من

منطلقات ميكانيكية

الكهرباء و المغناطيسية	٢ : ١
قصور الطاقة	٢ : ٢
قصور الطاقة و قانون نيوتن الثانى	٢ : ٣
قصور الطاقة و كمية الحركة	٢ : ٤
قاعدة الجمع التركيبى للسرعات	٢ : ٥
« تباطؤ الزمن » فى النسبية الخاصة	٢ : ٦
« نسبية الآنية » : الفرضية المميزة لـ « النسبية الخاصة »	٢ : ٧
« انكماش الفراغ » فى « النسبية الخاصة »	٢ : ٨
قانون السرعة العرضية	٢ : ٩

٢ : ١ الكهرباء و المغناطيسية :

عند دراسة الكهرباء و المغناطيسية فإننا نبدأ بتعريف خطوط القوى الكهربائية و خطوط القوى المغناطيسية ؛ فيقال عنها أنها خطوط وهمية ، و أن الصفة السائدة عن الكهرباء و المغناطيسية أنها تحس و لا ترى ، و بعد أن استقرت تلك التعريفات كتجريد نظرى بدأ الحديث عن خاصية النفاذية و السماحية للإثير ليصبح الأمر أكثر تجريداً ، وكانت الصفة السائدة هى غلبة الحقائق التجريبية ، و صاحب ذلك تفصيل العلاقات النظرية لتحتوى هذه الحقائق التجريبية ، و بدأ سيل من القوانين الكهربائية يعقبه سيل من القوانين المغناطيسية ، ثم جاء « ماكسويل » و قام بمجهود نظرى مضمن مفصلاً معادلاته المشهورة باسم : « معادلات ماكسويل للمجال الكهرومغناطيسى » لاحتواء ظاهرتى الكهرباء و المغناطيسية فى إطار واحد من القوانين النظرية ، و لا يخفى على أى دارس لهذه القوانين و العلاقات مدى ما قام به ماكسويل من مجهود لتفصيل و تركيب كافة الفرضيات النظرية المتاحة لتقنين نتائج التجارب العملية ، و تجميع شتاتها فى إطار معادلاته ذات المستوى الرياضى الرفيع ، و لقد قام هرتز بالتحقيق المعملى للاستنتاجات النظرية لقوانين ماكسويل و منها بات واضحاً أن : الكهرباء و المغناطيسية ظاهرتان إحداهما تؤدى إلى الأخرى ، و أن انتشار الكهرباء و المغناطيسية يكون على هيئة موجات ، و أن الإثير هو حاملها ، و أن سرعة انتشار تلك الموجات تتحدد بخواص هذا الوسط الحامل : نفاذيته و سماحيته ، و تم بالفعل صياغة العلاقة

الرياضية التي تُحدد سرعة انتشار هذه الموجات بمعلومية هذه النفاذية وهذه السماحية ! ، وأن الضوء عبارة عن انتشار لهذه الموجات و جاءت « النظرية النسبية الخاصة » و تخلصت من فكرة الإثير ؛ لكنها - للحيرة - جعلت مدخلها : خواص و قوانين المجال الكهرومغناطيسى بما يشوبها من تجريد و اعتماد - فى الأساس - على تلك الفكرة الضالة المضلة : الإثير .

إن « النظرية النسبية الخاصة » بوصفها نظرية أساس يصبح من بديهيات المنطق إمكان صياغتها من منطلقات أخرى غير المجال الكهرومغناطيسى ، و عليه فسنقوم بصياغتها من منطلقات ميكانيكية صرفة ، و سنتخذ من خاصية القصور - صمد الظواهر الطبيعية ، و ركيزة القوانين الميكانيكية - نقطة انطلاق ، و ستؤدى سهولة المعطيات الأساسية لهذا المجال الميكانيكى إلى وضوح الفرضية الأساسية و الميزة لـ « النظرية النسبية الخاصة » ألا و هى :

فرضية « نسبية الآنية » :

الفرضية التى تمس إطار « الفراغ - الزمن » و سيكون فى الإمكان مقارنتها بـ :
فرضية « نسبية تردد الطاقة » :

الفرضية المعبرة عن فاعلية المادة (أى استجابتها للحركة النسبية) فى إطار « نسبية جاليليو » ؛

فتتعدد المقارنة ، و يتعين الاختيار . إن نقطة انطلاقنا ستبدأ من تقنين
« مبدأ قصور الطاقة » .

٢ : ٢ قصور الطاقة :

إن دارس الكهرباء و المغناطيسية بعد أن يفرغ من دراسة معادلات المجال لماكسويل يجد نفسه أمام فصل مختصر عن متجه يسمى « متجه پوينتج » نسبة للعالم الرياضى « پوينتج » ، و يكاد الاسم يكون على المسمى : إنه متجه « پوينتج » ، و معناه « يشير » ... إنه « متجه يشير » لنقل طاقة ، فأى طاقة ؟ ! ... ، و أين هى ؟ ! ... ، إن رياضيات هذا المتجه تؤكد وجودها .. ! ، بل و تحدد قيمتها . ! ، و الإحساس العلمى للطبيعة يريدنا .. ! ، و الطبيعة الموجية للمجال تخفيها .. ، أو توزعها على صدر موجته .. ، فأين تتمركز .. و ماهيتها .. و ماهيتها ؟ ! : إنها الضالة المنشودة لعلماء كل عصر ؛ فأين وكيف ؟ ! . لقد بدأت - فى نهاية القرن التاسع عشر - تحوم محلقة فى وجدان العقيدة العلمية حتى أمكن قياسها معملياً : لقد ثبت بالتجربة أن الضوء يسبب ضغطاً على السطوح الساقط عليها : إنها كمية حركة شعاع الضوء : إن للضوء كمية حركة أمكن قياسها ، وكانت القياسات تؤكد أن كمية الحركة " P " تربطها بطاقة شعاع الضوء العلاقة :

$$p = \frac{E}{c} ;$$

و جاء « آينشتين » - وبدون استخدامه لأى فرضية من فرضيات نسبته الخاصة وبالرجوع فقط إلى معطيات تقليدية صرفة - ليثبت أن للطاقة قصوراً ... ! لقد تم تجسيد الطاقة ، وإن قصورها تحكمه العلاقة :

$$E = m c^2$$

(انظر ملحق رقم ١) •

لقد كان ذلك إيذاناً بصياغة حقيقة طبيعية جديدة :

« مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » ،

إن لنا تحفظاً على هذه التسمية ، إذ نفضل تسميته بمبدأ « قصور الطاقة » تخفيفاً لنقل إنعكاسات هذا المبدأ - فى تسميته الأصلية - على المفاهيم الطبيعية للمادة و طاقتها •

إن خفاء حقيقة « قصور الطاقة » كان لفرط جلالتها ، و صارت عظمة أهمية مكانتها لنفس سبب خفائها . إن الكتلة تُظهر قصورها من خلال كمية حركتها ؛ و ترتبط الكتلة بطاقة حركتها ليندمجا معاً فى أتون واحد لتجدا تعبيراً واحداً لهما فى كمية حركتهما معاً : إن أى زيادة فى الكتلة تقابلها زيادة فى كمية الحركة ، و أى زيادة فى الطاقة تقابلها زيادة فى كمية الحركة : فإذا كان لدينا جسيم كتلته " m_0 " و سرعته " u " ؛ فإن أى زيادة فى " m_0 " تؤدي إلى زيادة فى كمية حركة الجسيم ، و أى زيادة فى طاقته - أى سرعته - تؤدي أيضاً إلى زيادة فى كمية حركته ، و لا يمكن بحال التفريق بين كمية

الحركة الناتجة عن زيادة الكتلة أو كمية الحركة الناتجة عن زيادة الطاقة : لقد اندمجتا - الكتلة مع الطاقة معاً دونما تفريق أو تمييز - ليُظهرا قصوراً من خلال كمية حركتهما ، وإن في ذلك حقيقة : أن للطاقة قصوراً يكافئ قصور الكتلة ، بهذه البساطة يصاغ مبدأ « قصور الطاقة » ، والذي سيظهر تأثيرات انقلابية على المفاهيم الطبيعية عند اعتباره بين المعطيات الميكانيكية .

إن حركة المادة طاقة ، و مبدأ « قصور الطاقة » يتوافق مع « مبدأ النسبية » ليُظهر أن القصور نسبي مؤكداً تنويع القصور صمداً للظواهر الطبيعية كلها ؛ فيفهم مبدأ « قصور الطاقة » من منظور « النسبية » على أنه :

بيان من الطبيعة وإظهاراً لاستجابة (أى إيجابية) المادة للحركة النسبية .

٢ : ٣ قصور الطاقة وقانون نيوتن الثانى :

بعد أن تم إرساء مبدأ « قصور الطاقة » ، ووجد استحساناً فى الوجدان العلمى ورُبِطت عليه العقيدة العلمية ، وبات واضحاً أن لهذا المبدأ تأثيراً انقلابياً على نتائج تطبيق قانون نيوتن الثانى على حركة المادة ؛ فلتتخذ هذا طريقاً لصياغة « النظرية النسبية الخاصة » ، ومن حسن الحظ - كما ذكرنا سلفاً - أن الصيغة الأصلية لقانون نيوتن الثانى أخذت فى حساباتها احتمال التغير فى « قصور المادة » . إن النص اللفظى لقانون نيوتن يؤكد تلك الحقيقة : « القوة تساوى معدل التغير فى كمية الحركة » ، وكمية الحركة هى حاصل ضرب القصور فى السرعة ، بذلك نقرر بأن قانون نيوتن قادر على استيعاب حقيقة قصور الطاقة .

سنقوم الآن بإعادة استنباط العلاقة بين الشغل المبذول على جسيم كتلته الطبيعية " m_0 " ، تحت تأثير قوة بهدف الحصول على طاقة حركته المكتسبة باستخدام القانون الثانى لنيوتن ، مع الأخذ فى الاعتبار مبدأ « قصور الطاقة » ، ولقد تم صياغة العلاقة الرياضية فى ملحق رقم (٢) وهى :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} , \quad \dots\dots\dots (2 : 3 - 1)$$

حيث " m " هى الكتلة الكلية شاملة طاقة الحركة لجسيم كتلته الطبيعية
هى " m_0 "

هذه العلاقة التي اعتبرت دائماً لب « النسبية الخاصة » ، قد تم الحصول عليها هنا دون اللجوء إلى أى فرضية من فرضياتها ، ونعنى - على وجه الخصوص - دون اللجوء إلى فرضية « نسبية الآنية » : أى دون اللجوء ، أو الرجوع إلى « تحويلات لورانتز » ؛ بل فقط تم ذلك من خلال اعتبار مبدأ « قصور الطاقة » عند تطبيق قانون نيوتن الثانى ، ويكون السؤال الآن :

هل يمكن استيعاب مبدأ « قصور الطاقة » وانعكاساته فى إطار مبدأ « النسبية » القائم على « تحويلات جاليليو » ؟ : ذلك موضوع تحليلنا فى الفصل الثالث : (المقارنة والاختيار) .

الطبعة الأولى ١٩٨٥

٢ : ٤ : قصور الطاقة وكمية الحركة :

معروف أن كمية الحركة لجسيم تساوى حاصل ضرب كتلته فى سرعته : أى حاصل ضرب قصوره الكلى فى سرعته ؛ فإذا فرضنا أن جسيماً كتلته الطبيعية " m_0 " بسرعة قدرها " u " مقاسة فى هيكل الرصد [S] ، فحسب العلاقة الواردة فى البند السابق فإن كتلته المتحركة أى قصوره الكلى هى " m " ، و على ذلك فإن كمية حركته مقاسة بالنسبة لهذا الراصد [S] هى :

$$P = m u , \quad (2 : 4 - 1)$$

و بالمثل فإن كمية حركته مقاسة بالنسبة للراصد [S'] هى :

$$P' = m' u' , \quad (2 : 4 - 2)$$

و على القارئ إعادة قراءة هذا البند (٢ : ٤) من بدايته - و ليس هذا بالكثير - قراءة متأنية فاحصة ؛ فإذا ما تم إقرار العلاقة الأولى كتعريف لكمية الحركة للجسيم بالنسبة للراصد [S] ، و العلاقة الثانية كتعريف لكمية الحركة لنفس الجسيم بالنسبة للراصد [S'] ، و ما تؤكد هاتان العلاقتان من توافقهما و تناغمهما مع « مبدأ النسبية » فلنستعد لاستقبال النتائج المنطقية المترتبة على إقرارنا بهذه التعريفات لكمية الحركة : فإذا أخذنا التعريف السابق لكمية الحركة نقطة انطلاق لنا فإن العلاقات و النتائج المدهشة ستتوالى بطريقة

تلقائية كاعتبارات رياضية صرفة : أى دون الحاجة إلى فرضيات طبيعية أخرى ، فمثلا : سينتج بطريقة تلقائية أن العلاقة التى تحكم و تربط كمية الحركة بالكتلة الطبيعية بالكتلة الكلية لجسيم تكتب على الصورة :

$$\frac{E^2}{c^2} = P^2 + m_o^2 c^2 \quad , \quad \dots\dots\dots (2 : 4 - 3)$$

و تكتب عادة على الصورة :

$$P^2 - \frac{E^2}{c^2} = - m_o^2 c^2 \quad \dots\dots\dots (2 : 4 - 4)$$

(انظر ملحق رقم ٣) ،

و هى علاقة بارزة من علاقات « النظرية النسبية الخاصة » و لها شأنها فى صياغة « هملتونين الحركة » و « لاجرانجيان الحركة » ، و لقد وصلنا إليها دون أى فرض من فروض « النظرية النسبية الخاصة » ، و على وجه الخصوص دون اللجوء إلى « تحويلات لورانتز » .

أيضا و بناء على تعريف كمية الحركة نفسه ، فسينتج بطريقة تلقائية و لاعتبارات رياضية بحثة دون اللجوء أو الحاجة إلى أى فرضيات طبيعية أخرى أن كمية الحركة بالنسبة للراصد [S] أى الكمية " P " تربطها بكمية الحركة " P' " بالنسبة للراصد [S'] العلاقة :

$$P' = \frac{P + v m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad \dots\dots\dots (2 : 4 - 5)$$

حيث "m" هي القصور الكلى كما هو معرف بالنسبة للراصد [S] ، و ينتج أيضاً لاعتبارات رياضية صرفة ، ودون اللجوء إلى فرضيات طبيعية أخرى ، أن الكتلة الكلية كما يرصدها الراصد [S] تربطها بالكتلة الكلية كما يرصدها الراصد [S'] العلاقة :

$$m' = \frac{m + \frac{v}{c^2} P}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (2 : 4 : 6)$$

(انظر ملحقى ٥ و ٦) .

إن العلاقتين البارزتين السابقتين لهما أهمية فى « النظرية النسبية الخاصة » لاتغيب عن أى دارس ، وقد تم الحصول عليهما باعتمادات رياضية صرفة ، أى باستخدام المتطابقة الرياضية للمعاملات ، وتأسيساً فقط على مبدأ « قصور الطاقة » ودون الرجوع إلى « تحويلات لورانتز » .

٢ : ٥ قاعدة الجمع التركيبي للسرعات :

سنقوم الآن باشتقاق « قاعدة الجمع التركيبي للسرعات » و يطلق عليها عادة « قانون الجمع للسرعات » ، اعتماداً على تعريف كمية الحركة كما تم إقرارها ، فى البند السابق ، على أنها حاصل ضرب القصور الكلى فى السرعة ، أى أن :

$$P = m u , \quad \dots\dots\dots (2 : 5 - 1)$$

حيث :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} , \quad \dots\dots\dots (2 : 5 - 2)$$

حيث " u " هى سرعة الجسم .

و سيتم فى ملحق رقم (٧) اشتقاق هذا القانون - قانون الجمع للسرعات - باعتباريات رياضية بحثة ، دون الحاجة إلى فروض طبيعية أخرى غير تعريف كمية الحركة ، فإذا كانت سرعة جسيم بالنسبة للراصد [S] هى " u " ، و سرعته بالنسبة للراصد [S'] هى " u' " فإن :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} \quad \dots\dots\dots (2 : 5 - 3)$$

و هذا هو « قانون الجمع للسرعات » الشهير فى « النظرية النسبية » ،
 تم الحصول عليه دون الرجوع إلى فرضيات « النسبية الخاصة » ، فقط
 حصلنا عليه باعتباريات رياضية صرفة تأسيساً على مبدأ « قصور الطاقة » ؛
 و باستخدام المتطابقة الرياضية (انظر ملحق رقم ٤) ، و يصبح جلياً أن هذا
 القانون حتمية مباشرة لمبدأ « قصور الطاقة » بالإضافة إلى أن هذا القانون
 يؤدى إلى حتمية ثبات انتشار الضوء ، ألا يمكننا هذا من الجزم بأن قصور
 الطاقة و ثبات انتشار الضوء هما وجهان لحقيقة واحدة و من ثم إرجاع ثبات
 انتشار الضوء إلى خاصية مادية فيه : هى قصوره ؟ ^(١) .

و نستكمل هنا صياغة « النظرية النسبية الخاصة » فى نفس الطريق
 الذى بدأناه ؛ فإنه إذا ما تمسكنا بفكرة الجسم المادى المتماثل كأساس
 تقليدى لتطبيقات مبادئ الميكانيكا النيوتونية - تماماً كما تمسكت به
 « النظرية النسبية الخاصة » فى صياغتها الأصلية - و ما يستتبع ذلك من
 الاحتفاظ بقانون بقاء حركة مركز ثقل القصور الكلى واحداً فى جميع
 هياكل الرصد ؛ فإنه يمكننا استخدام « قاعدة الجمع التركيبى للسرعات »
 بين الراصدين [S] و [S'] ، للحصول على تحويلات لورانتز ، انظر ملحق
 رقم (٨) .

(١) وحتى لا ينقطع سياق وتسلسل صياغة « النظرية النسبية الخاصة » ككل - من منطلقات
 ميكانيكية - فلإننا سنؤجل الحديث عن « قانون الجمع للسرعات » هذا وتحليله إلى البند
 (٣ : ١) ، حيث سنفرده له البند بطوله نظراً لأهميته .

و بحصولنا على « تحويلات لورانتز » الشهيرة نكون قد وصلنا إلى ما قد يُدعى عليه بأنه صياغة معكوسة للنظرية الأصلية ، ولكننا سنأجل الحديث والتعليق على هذا الادعاء - أو قل الاتهام - إلى البند (٣ : ١) ، حيث سنقوم بتقديم تحليل تفصيلي لإظهار الفرق بين الصياغتين و مراميها .

و الآن نقوم بعرض و شرح سريع لما تتطلبه « النسبية الخاصة » من « تباطؤ الزمن » ، و « انكماش الفراغ » - كتعبير عن حقيقة كونها نظرية إيجابية « الفراغ - الزمن » - بهدف تثبيت سرعة الضوء كمطلب أساسي لـ « الطبيعة » من « النظرية » .

إن فرضية إيجابية « الفراغ - الزمن » التي قامت على متنها « النسبية الخاصة » ، قد تم تقنينها من خلال « تحويلات لورانتز » ، وإن أكثر المسائل حيرة و لبساً وإثارة و خروجاً على المؤلف في هذه « النظرية الخاصة » القول بفكرتي « تباطؤ الزمن » و « انكماش الفراغ » ، و ما يتولد عنهما من « نسبية الآنية » : الفرضية المميزة لـ « النسبية الخاصة » .

٢ : ٦ - « تباطؤ الزمن » فى « النسبية الخاصة » :

لتوضيح فكرة « تباطؤ الزمن » فى « النسبية الخاصة » ، فإننا سنضرب لذلك مثلاً مبسطاً لحركة تكرارية : فلنفرض أن الراصد [S] قد أعلن فى نشرته الروتينية أن حنفية المياه الخاصة به الموجودة فى « مركبته الفضائية » ، قد أصابها عطب سبب سقوط نقاط مياه منها بصورة مستمرة منتظمة أى على فترات متساوية ، و وجد الراصد [S] أن الفترة الزمنية بين سقوط نقطتين متتاليتين للمياه تساوى Δt ، و حيث أن الحنفية ساكنة بالنسبة له ، فليس هناك انتقال مكانى لها ، أى أن :

$$\Delta x = 0 , \quad \dots\dots\dots (2 : 6 - 1)$$

و هذا يعنى أن الحنفية فى هيكلها الطبيعى ، و تكون الفترة الزمنية بين سقوط نقطتين متتاليتين فى الهيكل [S] هى الفترة الطبيعية للحنفية المعطوبة ، و عموماً يرمز لها بالرمز " τ_0 " تمييزاً لها عن نفس الفترة الزمنية مقاسة فى أى هيكل آخر - غير طبيعى للحنفية - حيث يرمز لها بالرمز " τ " .

ومن ثم فإن :

$$\Delta t = \tau_0 \quad \dots\dots\dots (2 : 6 - 2)$$

و عندما علم الراصد [S'] بمشكلة حنفية المياه المعطوبة عند [S] ، أراد أن يتدخل بأسلوبه العلمى و يحسب الفترة الزمنية " Δt " بين سقوط

النقطتين محسوبة بالنسبة له (أى بالنسبة للراصد [S'] : الهيكل الغير
طبيعى للحنفية المعطوبة) ؛ و من ثم يرمز لها بالرمز " τ " ، وتكتب :

$$\tau = \Delta t' , \dots\dots\dots (2 : 6 - 3)$$

فأخرج الراصد [S'] ، من ملفاته (تحويلات لورانتز) ؛ فوجد أنه يجب أن
يستخدم ويطبق العلاقة :

$$t' = \frac{t + \frac{v}{c^2} x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (2 : 6 - 4)$$

و منها فإن :

$$\Delta t' = \frac{\Delta t + \frac{v}{c^2} \Delta x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (2 : 6 - 5)$$

ولاستكمال بياناته قام بالاتصال بالراصد [S] و طلب منه قيم كل من
: " Δt " ، " Δx " المقاسة فى هيكله ، فأبلغه بها كالآتى :

$$\Delta x = 0 ,$$

$$\Delta t = \tau_0 ,$$

و بالتعويض من (2 : 6 - 1) ، (2 : 6 - 2) ، (2 : 6 - 3) فى (2 : 6 - 5)

نحصل على :

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (2 : 6 - 6)$$

لقد تذكر [S'] البداهة التى يعرفها : « إن إطالة الفترة الزمنية لحادثة متكررة دليل على بطء ترددها » ، فنظر إلى العلاقة (6 - 6 : 2) ، وكان اندهاشه أنه وجد أن :

$$\tau > \tau_0 \quad \dots\dots\dots (2 : 6 - 7)$$

فاستنتج أن سقوط نقطة المياه كما يرصدها يتم بصورة أبطأ عما يحدث فى هيكلها الطبيعى ، وعلى ذلك قرر أن يضع هذه الحقيقة (من مفهوم النسبية الخاصة) فى النص الآتى : « الفترة الزمنية لأى ظاهرة فى أى هيكل أطول من الفترة الزمنية الطبيعية لها . » :

هناك بطء يلاحظه الراصد [S'] للحوادث الطبيعية عند الراصد [S] .
و فجأة وبعد أن صاغ [S'] هذه الحقيقة اكتشف أن حنفية المياه الخاصة به قد أصابها - هى الأخرى - عطب مشابه ، فأعلن ذلك فى نشرته ، فطلب الراصد [S] منه أن يوافيه بالبيانات الخاصة بالحنفية المعطوبة كما يسجلها فى هيكلها الطبيعى (الآن المرصد الطبيعى للحنفية المعطوبة هو المرصد [S'] لأن الحنفية المعطوبة ساكنة فيه) ، فقام الراصد [S'] بإرسال البيانات التالية إلى [S] :

$$\Delta t' = \tau_0, \quad \dots\dots\dots (2 : 6 - 8)$$

$$\Delta x' = 0, \quad \dots\dots\dots (2 : 6 - 9)$$

(لاحظ أن " τ_0 " هى التردد الطبيعى الآن فى [S']) ، فأخرج [S] مذكراته و وجد أنه يجب تطبيق العلاقة :

$$t = \frac{t' - \frac{v}{c^2} x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \dots\dots\dots (2 : 6 - 10)$$

ومنها فإن :

$$\Delta t = \frac{\Delta t' - \frac{v}{c^2} \Delta x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \dots\dots\dots (2 : 6 - 11)$$

وبا لتعريض من (2 : 6 - 8) و (2 : 6 - 9) فى (2 : 6 - 11) فإن :

$$\Delta t = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \dots\dots\dots (2 : 6 - 12)$$

لقد عرفنا " τ " بأنها طول الفترة الزمنية فى أى هيكل آخر غير الهيكل
الطبيعى للحنفية ؛ وبذلك فإن العلاقة (2 : 6 - 3) تكتب الآن على الصورة

:

$$\tau = \Delta t, \dots\dots\dots (2 : 6 - 13)$$

وبذلك فإن العلاقة (2 : 6 - 12) تؤول إلى :

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \dots\dots\dots (2 : 6 - 14)$$

إن العلاقة (14 - 6 : 2) هي نفسها العلاقة (6 - 6 : 2) ، وعلى ذلك فإن الراصد [S] يقرر ويكتب أيضاً النص التالي :

« إن الفترة الزمنية بين سقوط نقطتين متتاليتين من المياه كما يقيسها أى راصد أطول (أبطأ) من فترتها الطبيعية ، » .

إن هذه النظرة التبادلية بين كل من [S] و [S'] هي عين « مبدأ النسبية » ، ولا تناقض فيها بل العكس ، إنه منتهى التناغم .

دعنا نلخص هذه الحقيقة (من مفهوم النسبية الخاصة) فى العبارة التالية : « إذا كانت " τ_0 " هي الفترة الزمنية الطبيعية لأى ظاهرة ، فإن الزمن المقاس لها " τ " فى أى هيكل رصد حر آخر يكون أطول من " τ_0 " ، » .

إن الفترة الزمنية لأى ظاهرة أقصر ما يمكن فى هيكلها الطبيعي . وهذا هو ما تعنيه « النسبية الخاصة » بتعبيرها « تباطؤ الزمن » نتيجة للحركة النسبية ، وهذا يعنى - من مفهومها - إيجابية (أى استجابة) « الزمن » للحركة النسبية . وحيث أن التردد هو مقلوب زمن الذبذبة الواحدة ، فإن العبارة السابقة تصاغ كالتالى :

« تردد أى ظاهرة أعلى ما يمكن فى هيكلها الطبيعي . » .

وربماضياً فإن هذا النص يشتق من العلاقة (14 - 6 : 2) بإبدال التردد الطبيعي " ν_0 " بمقلوب " τ_0 " ، والتردد " ν " فى أى هيكل بمقلوب τ ، وبذلك فإن العلاقة تكتب على الصورة :

$$v = v_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} , \dots\dots\dots (2 : 6 : 15)$$

و هي ترجمة رياضية حرفية للنص السابق :

• إنه تباطؤ التردد فى « النسبية الخاصة » .

و من وجهة نظر « النسبية الخاصة » فإن الصياغة السابقة عبارة عن قانون طبيعى : مبدأ ، فهو قائم و صالح فى أى مجموعة رصد حرة : إنها نظرية إيجابية « الفراغ - الزمن » ، و من يجد حيرة أو ارتباكاً فليعد لقراءة البند (١ : ١٠) من هذا الكتاب بإمعان ، فإذا صار « مبدأ النسبية » عقيدته زالت الحيرة و الارتباك ، فقط عليه تحديد : أين يسكن مصدر هذه الظاهرة ؟ : أى أين هيكل رصدها الطبيعى ؟ ، ومن أى هيكل يتم رصدها ؟ .

٢ : ٧ - « نسبية الآنية » : الفرضية المميزة لـ « النسبية الخاصة » :

فرغنا توًا من صياغة فكرة « تباطؤ الزمن » من منظور « النسبية الخاصة » ، فإذا رجعنا إلى تعريف « الآنية » كما ورد في البند (١ : ٥) واعتبرنا الفترة الزمنية بين قراءة الساعات « الآن » و القراءة التي تليها هي فترة طبيعية أى أنها تخضع لتباطؤ الزمن ، فهذا يعنى أنه فى حالة مآل^(١) هذه الفترة إلى الصفر عند راصد فهي لا تزول الى الصفر عند الآخر ، أى أن « الآنية » عند راصد ليست « آنية » عند الآخر ، ومن هنا يظهر معنى فرضية « نسبية الآنية » فى « النسبية الخاصة » و تؤدى بنا إلى أن الحادثين اللتين حدثتا فى نفس اللحظة عند راصد لا يعنى ذلك حدوثهما معًا عند راصد حر آخر .

تفادياً لأى لبس يجدر بنا الإشارة إلى حقيقة « السببية » بين حادثتين : إذا كانت الحادثة الأولى سبباً مباشراً للحادثة الثانية ، فإن التأثير المسبب للحادثة الثانية لا يمكن أن ينتقل بسرعة أكبر من سرعة الضوء ، ولهذا ففي إطار « السببية » فإن الحادثة الأولى تسبق الحادثة الثانية فى جميع هياكل الرصد الحرة ، و بهذا تجدد « النسبية الخاصة » مخرجاً لها للإفلات من هذا المأزق .

(١) إن لفظ « مآل » هنا لا يعنى « يساوى »

٢ : ٨ - « انكماش الفراغ » فى « النسبية الخاصة » :

إن مناقشة الطول - أى المسافة الفراغية - المقاس من هياكل الرصد المختلفة تصبح أقل حيرة إذا تم الاتفاق على القاعدة الأساسية اللازمة لانتماء عملية قياس الطول ؛ فإذا كان هناك مسطرة متحركة موضوعة موازية لمحور السينات و نريد قياس طولها ؛ فإن أبسط مطلب لذلك هو قياس المسافة بين طرفيها على أن يتم هذا القياس فى لحظة واحدة ، و بغير هذا المطلب تصبح مسألة قياس المسطرة المتحركة عملية عبثية من الطراز الأول حيث يدخل فيها التشويش الناتج عن الحركة فيفسد النتائج ، و على ذلك فهو مطلب بديهي من الدرجة الأولى .

لنفرض الآن أن طول المسطرة الطبيعي : أى فى هيكل الرصد الساكنة فيه هو " l_0 " و يمكن هنا تسميته الطول الإستاتيكي للمسطرة و بأخذ علاقة لورانتز التحويلية :

$$x = \frac{x' - v t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (2 : 8 - 1)$$

و منها ينتج أن :

$$\Delta x = \frac{\Delta x' - v \Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (2 : 8 - 2)$$

فإذا اعتبرنا أن طول المسطرة الساكنة فى الهيكل [S] هو " l_o " فإن :

$$l_o = \frac{\Delta x' - v \Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (2 : 8 - 3)$$

فإذا أراد [S'] قياس طول المسطرة فلا بد أن يتم القياس بالنسبة له بين طرفى المسطرة فى لحظة واحدة أى أن :

$$\Delta t' = 0, \dots\dots\dots (2 : 8 - 4)$$

فينتج أن طول المسطرة المتحركة " $\Delta x'$ " هو :

$$" \Delta x' " = l_o \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} , \dots\dots\dots (2 : 8 : 5)$$

وحيث أن المعامل

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

أصغر من الواحد الصحيح فإن ذلك يعنى أن :

$$" \Delta x' < l_o " ,$$

أى أن المسطرة المتحركة بسرعة " v " كما يقيسها الراصد [S'] أقل من طول المسطرة الاستاتيكية عند [S] ، وعلى ذلك فإن هذه الظاهرة يعبر عنها - من منظور النسبة الخاصة - بالنص التالى :

• « طول المسطرة المتحركة أقل من طولها الاستاتيكي » •

من الواضح أيضاً أن هذا نص عام يسرى على جميع هياكل الرصد ،
وليس هناك تناقض ، وليس هناك حيرة ، أو لبس طالما حددنا : أين تسكن
المسطرة ، ومن يرصدها ؟ •

وهذا ينتهي التناغم والتوافق مع « مبدأ النسبية » من
منظور « النسبية الخاصة » : نظرية « إيجابية الفراغ - الزمن » •

٢ : ٩ - قانون السرعة العرضية :

بناء على اعتبارات رياضية بحثة ، وبالرجوع إلى تعريف كمية الحركة
تم استنباط قانون السرعة العرضية ليعطى بالعلاقة :

$$u_y' = u_y \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{u_x v}{c^2}} , \dots\dots\dots(2 : 9 - 1)$$

و بالمثل أمكن استنباط العلاقة :

$$u_z' = u_z \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{u_x v}{c^2}} , \dots\dots\dots(2 : 9 - 1)$$

تماماً نفس العلاقات التى تنتجها « تحويلات لورانتز » ،

انظر الملحق رقم (٩) .

عند هذا الحد نكون قد استكملنا صياغة « النظرية النسبية الخاصة »
من منطلقات ميكانيكية ؛ ولقد حصلنا على « تحويلات لورانتز » و « قانون
الجمع للسرعات » الشهير ، وغير ذلك من علاقات بارزة فى « النظرية
النسبية الخاصة » تشمل علاقات تحويل كمية الحركة ، والطاقة الكلية ،
وكذلك « قانون السرعة العرضية » ، تماماً كما تقدمها الصياغة الأصلية من

خلال « تحويلات لورانتز » . ولقد تم لنا ذلك فى ظل احتفاظنا وتمسكنا
بالأفكار السائدة والمسيطرة على العقيدة العلمية أثناء صياغة النظرية الأصلية،
و نعنى بها الأخذ بفكرة قصور الجسيم الصلب المتمايك وقد ألصق به قصور
طاقة حركته ، وتم دمج الاثنين و تمركزهما معا ، وتم التعامل معهما دونما
تفريق (أى تمسكنا وأخذنا بـ « مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » بمعناه
ونصه) ، ولقد تم ذلك ابتداءً من تطبيق قانون نيوتن الثانى على قصور طاقة
حركة الجسيم ، وعلى هذه الأسس تم لنا بنجاح صياغة « النظرية النسبية
الخاصة » من منطلقات ميكانيكية ، وبطبيعة الحال ، فإن مسلمات ذلك
العصر لم تكن تسمح بغير هذا المفهوم للجسيم وطاقة حركته ؛ وسيكون
ذلك المفهوم هو موضوع تحليلنا فى الفصل القادم من هذا الكتاب .

* * *

الفصل الثالث

المقارنة والاختيار

الفصل الثالث

المقارنة و الاختيار

١ : ٣	القصور و النسبية
٢ : ٣	مبدأ دوبلر و النسبية
٣ : ٣	المجال الكهرومغناطيسى و النسبية
٤ : ٣	« الفراغ - الزمن و الجاذبية »

٣ : ١ - القصور و النسبية :

إن « قاعدة الجمع التركيبي للسرعات » - وتعرف عادة في النسبية باسم « قانون الجمع للسرعات » - هي الترجمة الرياضية المباشرة لـ « مبدأ ثبات سرعة الضوء » ، ولقد بات واضحاً - من خلال البند (٢ : ٥) أن اشتقاق هذه القاعدة كان نتيجة مباشرة لـ « مبدأ قصور الطاقة » و من ثم يمكننا النص باطمئنان :

« إن ثبات انتشار الطاقة و قصورها وجهان لحقيقة واحدة » .

و لبيان إيجابية القصور في « النسبية » دعنا نعود إلى نقطة حصولنا على « قانون جمع السرعات » - الذى يعتبر صدى للقصور - من خلال الصياغة الميكانيكية ، وبالتحديد عودة إلى ما قبل الاسترسال للحصول على « تحويلات لورانتز » ؛ لأن « قانون الجمع للسرعات » هذا يصل بنا إلى مفترق الطريق ، و هدفنا ليس « تحويلات لورانتز » .

إن الملاحظة الهامة و الأساسية في « قانون الجمع للسرعات » الذى حصلنا عليه فى البند (٢ : ٥) : علاقة رقم (3-5 : 2) ، هي حقيقة أن عملية الجمع للسرعتين " u " و " v " لا يتم بصورة خطية بسيطة خلافاً لما تم مناقشته فى البند (١ : ٨) فى إطار « تحويلات جاليليو » .

دعنا نناقش ، بشيء من التفصيل النتائج المترتبة على حقيقة كون الجمع للسرعات لا يتم بصورة خطية : لنفرض أن جسماً متحركاً بسرعة خطية في هيكل الرصد [S] مقدارها " u " وأن هذا الجسم كما يرصده [S'] له سرعة مقدارها " u' " . إن كون " u' " أكبر من " u " فهو أمر طبيعي لوجود سرعة نسبية بينهما ، إنها حقيقة النسبية ، لكن الأهمية ترجع إلى طريقة جمع " u " و " v " للحصول على " u' " ، و لتوضيح المشكلة لنفرض أنه عند اللحظة $t = 0$ تصادف أن الجسم والراصد [S] والراصد [S'] كانوا جميعاً عند نقطة الأصل ، و بعد ذلك بفترة زمنية مقدارها : t فإن الجسم سيكون على بعد مقداره :

$$x = ut , \dots\dots\dots (3 : 1 - 1)$$

من الراصد [S] ، و يكون هذا الراصد قد ابتعد عن الراصد [S'] بمسافة قدرها :

$$l = vt , \dots\dots\dots (3 : 1 - 2)$$

أما الجسم بالنسبة للراصد [S'] فسيكون على مسافة قدرها :

$$x' = u' t , \dots\dots\dots (3 : 1 - 3)$$

(لاحظ أن فرضية « نسبية الآنية » لم تدخل في إطار حديثنا : أى أننا في إطار نسبية جاليليو حيث " $t = t'$ ") .

من (3 : 1 - 1) و (3 : 1 - 2) فإن :

$$x' = l + x$$

$$x' = v t + u t$$

$$x' = (v + u) t , \quad \dots\dots\dots (3 : 1 - 4)$$

وبمقارنة (3 : 1 - 3) و (3 : 1 - 4) نستنتج أنه إذا كانت :

$$u' = (u + v) , \quad \dots\dots\dots (3 : 1 - 5)$$

فليس هناك مشكلة على الإطلاق ، ولكننا نعلم أن :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{u v}{c^2}} , \quad \dots\dots\dots (3 : 1 - 6)$$

فهذا يؤدي إلى تناقض :

إن الجسم نفسه بالنسبة للراصد [S] يكون في مكان مختلف عن
المكان الذي فيه بالنسبة للراصد [S'] .

فكيف يمكن أن يكون جسم واحد في مكانين مختلفين في نفس
اللحظة ؟!

من الجلي أن هذا الوضع ناتج عن اختلاف قصور الجسم عند الراصد
[S] عنه عند الراصد [S'] : إنها حقيقة نسبية القصور .

عند هذا الحد نكون قد وصلنا إلى الغرض الذى من أجله تم إفراد هذا
البند : إننا على رأس تناقض ثبات انتشار الطاقة بين هياكل الرصد الحرة : إننا
الآن نمسك بطرف ذلك الخيط الرفيع الفاصل بين إيجابية المادة ، أو إيجابية
الإطار الحاوى لها : إن عنصرا التناقض اللذين ظهرا لنا الآن هما :
« المادة » و « الفراغ - الزمن » :

« جسيم واحد فى مكانين مختلفين فى نفس اللحظة ! » .

منطقياً عند دراسة كيفية فض هذا التناقض ، فإننا أمام احتمالين
كلاهما غريب ، و النتائج المترتبة على أحدهما أكثر إثارة من النتائج
المترتبة على الآخر :

الأول : إعادة صياغة إطار « الفراغ - الزمن » ،

الثانى : إعادة صياغة فكرة الجسيم المادى : حركته ، انتشار طاقته ،
تكوينه ، تماسكه .

و ليس أحد الاحتمالين أقل غرابة من الآخر ، و لقد وصلنا إلى هذا الموقف
كحتمية لمبدأ « قصور الطاقة » ، إن هذا المبدأ قد حدد بالقطع أن للطاقة
قصوراً ، و لكنه لم يحدد طريقة انتشارها أو انتقالها و تركزها ، و نأخذ
مثلاً : « كم » طاقة ، و ليكن تردده 3×10^{12} ذبذبة / ثانية ، فطول
موجته هي 10^{-2} سم كما يقيسها الراصد [S] ، و لنفرض أن السرعة
بين الهيكلين [S] و [S'] تجعل تردد نفس الكم هو 3×10^6 ذ/ث
عند الراصد [S'] ؛ فتكون طول موجته 10^4 سم ؛ فأين تتمركز عنده
طاقة هذا « الكم » أو كيف يتوزع انتشارها ؟ ! .

إن أسلوب صياغة التناقض بهذه الكيفية مكننا من تحديد الدور الذى

يلعبه الجسم المادى ، و طاقته ، و انتقال (اختلاف) واقعه النسبى من مجموعة رصد إلى أخرى ، و أصبح واضحاً أيضاً احتمال أن يكون التناقض وليد عدم تحديد و تعريف تمركز قصور الطاقة ، أو إغفال قواعد انتشارها ؛ فبذلك تكون هذه الصياغة قد لفتت النظر إلى احتمال لايجوز منطقياً و لا علمياً إغفاله هو :

إمكانية فض التناقض بالتنقيب فى حجاب المادة و طاقتها .

كبدئية أولية مسلم بها أخذت « النسبية الخاصة » ، « كم » ، الطاقة على أن له نفس تمركز و انتقال النقطة المادية المتماسكة ؛ فقادها هذا إلى حتمية مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » : تكافؤ بمعناه و نصه ، إن حقيقة مدى التكافؤ فى هذا المبدأ تكمن عند جذور هذا التناقض ؛ فهل التكافؤ هنا يعنى التماثل و التشابه و التطابق من كافة الوجوه ، و على الخصوص فى خاصيتى القصور و الانتقال ؛ أم أنه تكافؤ فى خاصية القصور دون الانتقال فتكون تسميته : مبدأ « قصور الطاقة » أكثر واقعية ؟ . إن حقيقة أنه يوجد دائماً هيكل يكون فيه الجسم ساكناً ، و أن كتلته المقاسة فيه هى كتلته الطبيعية ؛ فى حين أن الأمر جد مختلف فى حالة « كم » الطاقة حيث لايمكن - تحقيقاً لمبدأ ثبات انتشار الطاقة - إيجاد هيكل يكون فيه هذا « الكم » ساكناً . إن هذه الحقيقة توهن من مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » ، و بالتحديد فيما يتعلق بخاصية الانتقال .

إن صياغتنا للنسبية من منطلقات ميكانيكية انطلقت من مبدأ « قصور الطاقة » ، وصولاً إلى « قانون الجمع للسرعات » الذى مكنتنا من صياغة هذا التناقض على هذه الصورة ؛ لذلك سنطلق على صيغة هذا التناقض :

التناقض الناتج عن مبدأ « قصور الطاقة » . تفريقاً له عن صيغة التناقض - المؤلف في « النسبية الخاصة » - الناتج عن مبدأ « ثبات سرعة الضوء » بين هياكل الرصد الحرة . لقد وضعنا التناقض الناتج عن مبدأ « قصور الطاقة » أمام احتمالين ، فهل نجد مخرجاً منه بتخفيفنا لثقل مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » بإبعاد خاصية الانتقال عن هذا التكافؤ ؟ .

إن الصياغة الأصلية لـ « النسبية الخاصة » - كاختيار مسبق - انطلقت من فكرة الجسيم الصلب المتماثل ، وفضاً للتناقض الناتج عن « ثبات سرعة الضوء » تم من خلال « تحويلات لورانتز » صياغة فرضية « نسبية الآنية » ؛ فكان إنجازها الرائع أنها تجد أيضاً مخرجاً من التناقض الناتج عن مبدأ « قصور الطاقة » ، بالإضافة إلى إبقائها على مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » بمعناه ونصه ، والاحتفاظ بقانون بقاء حركة مركز ثقل القصور الكلي : إن فرضية « نسبية الآنية » قدمت تلقائياً ومسبقاً الحل للتناقض ؛ وذلك بكونها قد هدمت أحد الأركان المسببة له ، حيث أن « نسبية الآنية » تعنى أن نفس اللحظة عند راصد ليست نفس اللحظة عند راصد آخر ؛ فزال التناقض على حساب خواص إطار « الفراغ - الزمن » .

في الصياغة الأصلية لـ « النسبية الخاصة » كانت فكرة الجسيم ككتلة صماء صلبة متماسكة فكرة مسيطرة ؛ فلم يتخل عنها صاحب النظرية ، بالرغم من صياغته لـ « قانون قصور الطاقة » المؤدى إلى ربط قصور الكتلة الطبيعية مع قصور طاقة حركتها ليشكل معاً قصوراً كلياً للجسيم ، ومع

ماتقدمه هذه الصورة من احتمال ازدواجية الخواص للمادة ، ذلك لاقتناعه
 وتمسكه بأن الطبيعة يجب أن تدرس بصورة محددة قاطعة ، وليس بصورة
 إحصائية احتمالية على الرغم مما تقدمه هذه الصورة - الإحصائية
 الاحتمالية - من مفهوم انقلابي لفهم معانى النواميس المهيمنة على الطبيعة ؛
 ذلك التمسك قد دفعه - كحل فريد - إلى إعادة النظر فى فكرة « الآنية » ؛
 فوجد أن فرضية « نسبية الآنية » هى المخرج الفريد لحل التناقض الناتج عن
 « ثبات سرعة الضوء » . إن « نسبية الآنية » : هى فرضية جديدة أساسية
 مُميزة لـ « النسبية الخاصة » وليس هناك من جدل فى أن هذه الفرضية هى
 « جواز المرور » إلى أرضية « النظرية النسبية الخاصة » ؛ فمن المستحيل بدون
 هذه الفرضية - مع التمسك بفكرة قصور الجسيم المادى المحدد المتمركز
 شاملا قصور طاقته أى الاحتفاظ بقانون بقاء حركة مركز ثقله - حل التناقض
 الناتج عن « ثبات سرعة الضوء » ؛ فكانت الانطلاقة الأصلية لـ « النظرية
 النسبية الخاصة » متمسكة بفكرة الجسيم المادى المحدد عبر « مبدأ ثبات
 سرعة الضوء » قفزاً إلى « تحويلات لورانتز » هى الحل الوحيد المتاح
 أمامها . لقد كان استنباط « تحويلات لورانتز » مبنياً على اعتبار « نقطة
 هندسية » فى إحداثيات مجموعة الرصد [S] وتم إيجاد إحداثيات نفس
 النقطة فى مجموعة الرصد [S'] باعتبار « ثبات سرعة الضوء » شرطاً طبيعياً
 لهذه التحويلات ، وبعد استكمال الشكل الرياضى لهذه التحويلات تم
 استدعاء « الجسيم المادى » ليحل محل « النقطة الهندسية » ليخضع بذلك
 خواص « الفراغ - الزمن » كما تعبر عنه « تحويلات لورانتز » ، فأفصح

الجسيم عن قصوره تلقائياً مجسماً إيجابية خواص « الفراغ - الزمن » ولقد تم ذلك بنجاح رياضى ساحق مدهش . غير أن الملاحظ أن « تحويلات لورانتز » ، تم تطبيقها - دونما تمييز - على سرعة الجسيم وهى ذات خاصية خطية محددة و متمركزة ، وعلى سرعة الضوء وهى ذات خاصية موجية محكومة بالتردد و طول الموجة ؛ فكان نتيجة لذلك « نقطة الربط النشاز » التى تم معالجتها بفرضية أن الكتلة الطبيعية - أى الكتلة الساكنة - لـ « كم » الضوء تساوى صفراً ؛ بهدف الوصول بالضوء إلى سرعته من خلال « تحويلات لورانتز » ، هذه المعالجة تحسب على « النظرية » بعكس ما يتم تقديمها على أنها لحسابها . إننا نفهمها على أنها تجسيد للأشياء ! : إنها محاولة تلفيقية لربط الكتلة بالطاقة ، و من جهة أخرى فهى النص على أن « كم » الضوء طاقة « صافية » غير محمولة على كتلة طبيعية ؛ فكانت الدعوة صريحة لنا لمعالجتها من خلال « مبدأ دوپلر » : حقيقة إزاحة مستويات الطاقة تحت تأثير الحركة النسبية ، حيث تم لنا الحصول على « قانون الجمع للسرعات » الشهير فى النسبية : المؤكد و المعبر عن ثبات انتشار الطاقة ، و كان ذلك من خلال فرضية استجابة تردد الطاقة للحركة النسبية ، و هذا يقودنا إلى اعتبار أن الكتلة الطبيعية الساكنة لها تردد هو مقياس لقصورها ، و التردد يقيس طاقة ، و من هنا يتم ربط الكتلة بالطاقة ، و يرفع الستار عن الطبيعة الازدواجية للمادة ، و يكون فى هذا التصور و الفهم لكتلة (قصور) الجسيم الساكن : نواة لحمل طاقته الحركية من خلال تردده الطبيعى و استجابته للحركة النسبية . (انظر بند ٣ : ٢)

عن « مبدأ دوبلر » والنسبية ، وكذلك اشتقاق « قانون الجمع للسرعات » من خلال علاقات « تأثير دوبلر » ملحق رقم ١٣ .

عرفنا ما لـ « مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » من انعكاس أساسى على مكنون الطبيعة . إن أقرب صورة رسمتها « النسبية الخاصة » للجسيم المادى فى ظل هذا المبدأ هى أن الجسيم عبارة عن نواة من كتلة طبيعية محاطة بهالة من طاقة حركته ، لقد صاغ مبدأ التكافؤ هذا ، اندماج الكتلة بالطاقة ليعطيا معاً قصوراً كلياً للجسيم . إن تعريف الجسيم المادى فى « النظرية النسبية الخاصة » يجعل له نفس التمرکز و التحديد كما تصفه لنا ميكانيكا نيوتن التقليدية ، فقط أضيف إلى الكرة الصلدة الصماء تلك الهالة من قصور طاقة الحركة ؛ وبهذا المفهوم ليس من الصعب تخيل وفهم نقل طاقة الحركة لهذا الجسيم إلى جسيم آخر سواء بالتصادم المرن أو بالتصادم الغير مرن ، وفى الأخير فإن طاقة الحركة تتحول إلى طاقة صوتية وضوئية وحرارية لها القدرة على الانتشار الموجى لتبقى بعد ذلك الكتلة الطبيعية الساكنة للجسيم و التى لا يكشف عن مكنون طاقتها غير التفاعلات النووية ؛ أليس فى ذلك إيحاءة إلى قواعد انتشار قصور الطاقة و اختلافها عن انتقال الكتلة الطبيعية بما يوهن من « مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » ؟ !

إن تمسك « النسبية الخاصة » بهذا المفهوم التقليدى لفكرة الجسيم المادى و تمرکز و التصاق طاقة حركته به يغلق كافة الأبواب أمام حل التناقض الناشئ ما عدا الباب الوحيد الذى دخلوه للقفز المباشر على خواص « الفراغ - الزمن » لإعادة صياغتهما .

فهل هناك إمكانية أخرى لفض التناقض هذا من خلال إعادة صياغة وتعريف فكرة الجسيم المادى - خاصة بعد أن أظهر قدرة على حمل طاقة حركته - ويكون ذلك بالتمهيد لتصور وفهم أن كتلة الجسيم الطبيعية الساكنة لها تردد طبيعى هو مقياس لقصورها ، وأن استجابة هذا التردد للحركة هو ترجمة لـ « طاقة حركته » ؛ وبذلك يشمل تردد قصور الجسيم الكلى : تردد قصور كتلته الطبيعية مضافا إليه تردد قصور طاقة حركته ؟ .

هل تندمج الكتلة الطبيعية مع قصور طاقة حركتها مع الاحتفاظ باخوائص المادية للكتلة ، وإظهار الخواص الموجية للطاقة ، لتظهر لنا ازدواجية الخواص للمادة ؟ ، و هل التناقض نتاج خلط بين انتقال قصور الكتلة الطبيعية الخطى وانتشار قصور الطاقة الموجى ؟ . إن قصور طاقة الحركة يلزمه بالتبعية فترة زمنية لتحديده ؛ لأن تحديد الحركة يلزمه فترة زمنية لقياسها ؛ فأين يتمركز قصور الجسيم شاملا قصور طاقة حركته خلال هذه الفترة الزمنية ؟ ؛ و باختصار هل يمكن حل التناقض من خلال فاعلية المادة مع الإبقاء على إطارها : « الفراغ - الزمن » محايدا : موجودا وليس له فاعلية ؛ فتكون المادة حرة طليقة فيه ، قصورها نابع من ذاتها ؟ :

هل فرضية «دي برولي» عن طبيعة المادة هى الإيماء الأولى لهذا المعنى ! ؟ ،

هل الطبيعة المادية لـ « كم » الضوء هى إضاءة لهذا المفهوم ! ؟ ،

هل مبدأ « اللايقين » لهيزنبرج علامة تشجيعية على الطريق ! ؟ ،

هل دراسة الطبيعة على صورة « إحصائية احتمالية » أمر لا مفر منه ! ؟ ،

هل « معادلات شوريدنجر » و دالة موجة الجسيم كافية لتغطية الموقف ! ؟ ؛

و باختصار : إن « نظرية ميكانيكا الكم » هى انقلاب على فكرة الجسيم المادى التقليديّة ؛ فهل تعتبر كافية أم أننا فى حاجة إلى ثورة على تلك الفكرة لفض حجاب المادة وإفشاء سرها ؟ .

إنها ليست دعوة لأن تحل « نظرية ميكانيكا الكم » محل « النظرية النسبية الخاصة » لأن معنى ذلك هو الخلط فى الأمور : إن « نظرية ميكانيكا الكم » يمكن صياغتها فى إطار « النسبية الخاصة » أو « نسبية جاليليو » شأنها فى ذلك شأن النظرية النيوتونية فكلاهما تعنى بدراسة ميكانيكا المادة و حركتها انطلاقاً من تعريف فكرة الجسيم المادى و تعريف تمركزه وقواعد انتقاله و انتشاره ؛ فالنظرية النيوتونية مبنية على فكرة الجسيم المادى المتمركز ، أما « نظرية ميكانيكا الكم » ؛ فمبنية على اعتبار دراسة الطبيعة الازدواجية للجسيم ، فى حين أن « النسبية الخاصة » هى نظرية تعنى بدراسة إطار « الفراغ - الزمن » ؛ وبذلك فلا يمكن - منطقياً - أن تحل « نظرية ميكانيكا الكم » محل « النظرية النسبية الخاصة » : إنها إذا دعوة لاعتبار مبدأ « قصور الطاقة » للجسيم من منظور « نظرية ميكانيكا الكم » و اختبار مدى سيادية قوانينها فى إطار « نسبية جاليليو » ؛ فقد يكون فى ذلك إزالة للتناقض الذى قادتنا إليه ميكانيكا نيوتن المبنية على فكرة قصور الجسيم المادى المتمركز ؛ فانسحبت هذه الفكرة على قصور طاقة حركة الجسيم فتولد التناقض .

قد يقال إن الصياغة التى قُدمت هنا هى صياغة معكوسة للنظرية الأصلية ، إن هذا القول قد جانبه الصواب ؛ فكيف يمكن منطقياً بعد

الوصول إلى « قانون الجمع للسرعات » من خلال الصياغة الأصلية ، أى من خلال « تحويلات لورانتز » - المبنية فى أساسها على اعتبار نقطة هندسية ، وأن فرضية « نسبىة الآنية » قد ضُمَّت فى صلبها - أن نعود فنتناقض مع الفرضيات الأساسية لهذه التحويلات ! ؟ .

إن الصياغة الميكانيكية لـ « نظرية النسبية الخاصة » قد وضعتنا على طول الخط الفاصل بين فاعلية « الفراغ - الزمن » أو فاعلية « المادة وحركتها » ؛ فهناك فى الصيغة الأصلية : « ثبات سرعة الضوء » قد أدى إلى « تكافؤ الكتلة بالطاقة » ، وهنا فى هذه الصياغة ، و برفع تحفظنا على تكافؤ الكتلة بالطاقة ؛ فإن « قصور الطاقة » قد أدى إلى « ثبات سرعة الضوء » ، هنا قد يعود الرمى بالقول : إنه الانزلاق فى الحلقة التقليدية المفرغة !! ... حقا .. وليكن !! ... إن الانزلاق فى الحلقة المفرغة معناه أننا أمام حقيقة واحدة هى : أن « ثبات سرعة الضوء » و « قصور طاقته » هى حقيقة واحدة ! ، أليس فى ذلك إيحاءة إلى أن ثبات سرعة الضوء يرجع إلى قصوره ؟ ، أى إلى خاصية مادية فيه ! ؟ ، ولكن تفاديا للانزلاق فى الحلقة المفرغة والدوران فيها ، و تحت تحفظنا على « تكافؤ الكتلة بالطاقة » ؛ فإننا نقفز مباشرة لوضع التساؤل على الصورة التالية :

إذا كان للطاقة قصور فأين يتمركز ؟ ، وكيف ينتشر ! ؟ .

و بذلك تكون انطلاقة فض التناقض فى النسبية قد تغيرت مراميها و هذا مانهدف إليه : فبدلا من حل التناقض من منطلق تعريف السرعة كخارج قسمة « فراغ ÷ زمن » اعتمادا على ماتوحى به تسمية مبدأ « ثبات سرعة

الضوء » ، بالإضافة إلى فرضية تركز قصوره ؛ فإن تسمية مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » يضعنا أمام الاحتمال الآخر لحل التناقض وهو : إرجاع « ثبات انتشار الطاقة » إلى « نسبية ترددها » ، ويكون « مبدأ دوبلر » : حقيقة إزاحة مستويات الطاقة نتيجة للحركة النسبية مدخلا طبيعياً مؤهلاً لتفسير واستيعاب حقائق تردد و انتشار الطاقة •

لقد بات واضحاً أن المنطق العلمى يحتم التنقيب فى حجاب المادة للكشف عن مستورها ؛ فقد يكون فيه فض للتناقض فى النسبية ، إن فرضية الجسم المصمت الصلب هى حجر عثرة أمامنا ؛ فقد أدت إلى افتراض وجود مركز ثقل للقصور والاحتفاظ بهذا المركز واحداً بين هياكل الرصد ، فى حين أظهرت المادة عدم توافقها مع هذه الفرضية ؛ فكان هذا مدخلا لـ « نظرية سيكانيكما الكم » ، أليس فى ذلك مايشجع على تبنى إيجابية و فاعلية المادة ؟ •

٣ : ٢ - مبدأ دوبلر و النسبية :

أثناء سيطرة فكرة وجود الإثير كوسط حامل للموجات الكهرومغناطيسية ، ومنها موجات الضوء ، كانت المعطيات الأساسية لدراسة ظاهرة «تأثير دوبلر» في الصوت متطابقة تماماً مع المعطيات الأساسية لدراسة نفس الظاهرة في الضوء ، لكن بعد التحقق من « مبدأ النسبية » ، والتخلي عن فكرة - الإثير كوسط سحري يملأ فراغ الكون المطلق الساكن - أصبحت المعطيات الأساسية لدراستها في الصوت مختلفة عن معطيات دراستها في الضوء ، لكننا انسياقاً و تمشياً مع التقاليد الراسخة عند دراسة هذه الظاهرة ؛ فإننا سنستمر في اتخاذ دراستها في الصوتيات كمدخل لدراستها في الضوء ؛لذا لزم التنويه تفادياً لأى حيرة قد تسببها هذه الظاهرة .

إن « تأثير دوبلر » وجد تطبيقات في علم الصوتيات ، و بالمثل في علم الضوء ، و ذلك على أساس أن الصوت له سرعة ثابتة بالنسبة للوسط الحامل له كالهواء ، وأن هذه السرعة تتوقف فقط على كثافة و مرونة الوسط الحامل للموجات الصوتية ، تماماً كما كان للضوء سرعة ثابتة بالنسبة للوسط الحامل له - الإثير - وإن هذه السرعة تتوقف على خواص ذاتية في الإثير أطلق عليها النفاذية و السماحية .

ببساطة شديدة يمكن وصف « ظاهرة دوبلر » في علم الصوتيات بكيفية سماع - ملاحظ يقف على رصيف محطة قطار - صوت صفارة

القطار أثناء اقترابه من المحطة ، و أثناء ابتعاده عنها : إن صفارة القطار أثناء الاقتراب تسمع حادة ، أما أثناء الابتعاد فتسمع غليظة ، و فى علم الصوتيات تفسر هذه الظاهرة بأن تردد الموجة الصوتية لصفارة القطار أثناء اقترابه يكون عالياً ، أما حين يتعد القطار فإن تردد الموجة الصوتية لصفارته يكون منخفضاً ، و لقد اعتبرنا أن الملاحظ يقف على رصيف محطة القطار ، و أن الهواء المحيط به ساكن . إن حقيقة أن سرعة الموجة الصوتية ثابتة بالنسبة للوسط - الهواء - الحامل لها يرجع إلى ثبات كثافة و مرونة الهواء ، معنى ذلك أنه أثناء اقتراب القطار فإن سرعة الموجة الصوتية المسموعة لصفارة القطار هى نفسها سرعة الموجة الصوتية المسموعة أثناء ابتعاده . فى حين أثبتت تجربة الملاحظ على رصيف القطار أن تردد الموجة الصوتية أثناء اقتراب القطار عالية ، و أثناء ابتعاده منخفضة . هذا هو ملخص موقف « تأثير دوبلر » فى علم الصوتيات ، وعلى نفس الوتيرة تم تطبيق هذا المفهوم على الموجات الضوئية المنتشرة و المحمولة على الوسط الإثيرى الساكن فى الفراغ المطلق ؛ فلقد ظهر أن لون الشعاع الضوئى القادم من مصدر متحرك متجهاً إلى الملاحظ يميل إلى اللون البنفسجى ، أى أن تردده عالٍ - أى طاقته كبيرة - و أن الشعاع الضوئى القادم من مصدر متحرك مبتعداً عن الملاحظ يميل إلى اللون الأحمر أى أن تردده منخفض - أى طاقته صغيرة : هذه هى « ظاهرة دوبلر » الضوئية ، و لقد كان من السهل صياغتها رياضياً فى حالة وجود الإثير - كركيزة - حاملاً لموجات الضوء ، بمعنى إيجاد تردد الموجة بدلالة ترددها الطبيعى - أى ترددها فى هيكل الرصد الساكن فيه

مصدر تردد الموجة - بمعرفة سرعة واتجاه المصدر بالنسبة للملاحظ ، و لكننا لن نقوم بصياغة هذه الظاهرة رياضياً ، و ذلك نظراً لتشعب الاحتمالات بين مصدر متحرك متجهاً إلى أو مبتعداً عن ملاحظ ساكن بالنسبة للإثير ، أو بين ملاحظ متحرك متجهاً إلى أو مبتعداً عن مصدر ساكن بالنسبة للإثير ، أو بين ملاحظ متحرك مبتعداً عن أو مقترباً من مصدر و كلاهما - أى المصدر و الملاحظ - متحرك بالنسبة للإثير ؛ فكل هذه الاحتمالات سهلة الصياغة الرياضية و الدراسة ، و لكنها فى نفس الوقت تصيب الدارس بالدوار تأكيداً للدور الذى تلعبه هذه الظاهرة كحيلة من حيل الطبيعة ، أو ساتر من سواترها ، أضف إلى ذلك أن فكرة الإثير نفسها قد فقدت مكانها فى الفكر العلمى ، و أصبح لزماً فصل دراسة هذه الظاهرة فى حالة الصوت عن دراستها فى حالة الضوء ، على الأقل لأن الهواء لايزال موجوداً لحمل موجات الصوت فى حين أن الإثير كفكرة ، أو فرضية تم استبعادها تحت وطأة « مبدأ النسبية » .

دعنا الآن نصيغ « ظاهرة دوبلر » رياضياً بعد استبعاد فكرة الإثير ، و نوجد علاقة هذه الظاهرة « بمبدأ ثبات انتشار الطاقة » . إن استبعاد فكرة الإثير قد خفض الاحتمالات المشار إليها سلفاً - بخصوص هذه الظاهرة - إلى احتمالين فقط هما : أن يكون المصدر و الملاحظ أحدهما مقترباً من ، أو مبتعداً عن الآخر ، و علم الرياضة يسهل لنا الأمر أكثر ؛ فيعتبر أن هذين الاحتمالين هما فى الواقع احتمال واحد فقط حيث نحصل على الاحتمال

الثانى بعكس إشارة السرعة فى الاحتمال الأول ، و فى مقابل هذه التخفيضات فى عدد الاحتمالات ؛ فإن الصعوبة تكمن الآن فى أنه ليس لدينا منطلق يمكن الارتكاز عليه بعد أن تم استبعاد الإثير « الوسط الساكن حامل الموجات » لذلك فإننا سنفرض أن : لدينا الآن هيكل الرصد [S] و [S'] ، و مصدر موجى موجود ساكن عند نقطة الأصل فى الهيكل [S'] ، و سيطلق هذا المصدر سلسلة موجية عدد موجاتها " n " (إننا نعى بالسلسلة الموجية ، أو الشعاع الموجى : شعاع يتحرك بسرعة خاضعة للعلاقة : السرعة = التردد × طول الموجة ، و يعتبر الشعاع الضوئى هو حالة خاصة من الشعاع الموجى تكون فيها سرعة الأخير مساوية لسرعة انتشار الضوء) ، و سيكون اتجاه هذا الشعاع هو الاتجاه الموجب لمحور السينات ، و بما أن عدد الموجات فى السلسلة حقيقة لامتغيرة عند الهيكلين - و هذه فى الواقع هى نقطة ارتكازنا - لزم أن يكون عدد موجات الشعاع عند [S] هو نفس العدد عند [S'] ؛ فإذا فرضنا أن عدد موجات الشعاع عند [S] هو " n " ، فإن :

$$n = n'$$

إذا فرضنا أن تردد الشعاع الموجى فى الهيكل [S] هو " v " ، و أن طول موجته هى λ ، و أن سرعته مقاسة بالنسبة للهيكل [S] هى " u " ؛ فإن العلاقة :

$$u = \lambda v ,$$

قائمة فى الهيكل [S] و بالمثل فإذا فرضنا أن تردد الشعاع الموجى فى

الهيكل [S'] هو " v' " ، وأن طول موجته هي " λ' " ، وأن سرعته مقاسة بالنسبة للهيكل [S'] هي " u' " فإن العلاقة :

$$u' = \lambda' v' ,$$

قائمة في الهيكل [S'] . ويمكننا الحصول على العلاقة التي تربط تردد الشعاع الموجى في الهيكلين ، وللتفاصيل الرياضية انظر الملحق رقم (١٠) ومنه نحصل على العلاقة رقم (23 - 10) :

$$v = v' (1 - \frac{v}{u'})$$

و هي العلاقة التي تربط التردد " v " المقاس في الهيكل [S] بالتردد " v' " في الهيكل [S'] ، بدلالة " v " السرعة النسبية بين الهيكلين ، وكذا " u' " : سرعة انتشار الشعاع في الهيكل [S'] ، ولقد تم اشتقاق هذه العلاقة تأسيساً على (تحويلات الإحداثيات الجاليلية) بين هيكلَي الرصد [S] و [S'] .

و حسب مايتطلبه (مبدأ النسبية) ؛ فإن العلاقة المقابلة رقم (24 - 10) التي تربط التردد المقاس في الهيكل [S'] بالتردد المقاس في الهيكل [S] بسرعة انتشار الشعاع في الهيكل [S] تكتب على الصورة :

$$v' = v (1 + \frac{v}{u})$$

و يتم الحصول عليها بتطبيق الطريقة النمطية في (النسبية) ، أى بتغيير إشارة السرعة " v " مع استبدال التردد " v " بالتردد " v' " ، وأيضاً استبدال السرعة " u " بالسرعة " u' " ، وبطبيعة الحال يمكن أيضاً الحصول على العلاقة (24 - 10) من العلاقة (23 - 10) بوضع :

$$u' = u + v$$

و هذا أيضاً هو عين مطلب النسبية من منظور مرادف .

و حسب ما يتطلبه « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » ، فإنه عندما تؤول " u " إلى " c " ، فإن " u' " تؤول هي الأخرى إلى " c " و نكتب هذا الشرط على الصورة :

$$u = u' = c , \dots\dots\dots (3 : 2 - 1)$$

حيث " c " هي السرعة السيادية لانتشار الطاقة في جميع هياكل الرصد الحرة ، (هذه هي الترجمة الرياضية لـ « مبدأ ثبات انتشار الطاقة ») ، فعلى ذلك فإن العلاقة (10 - 23) تكتب على الصورة :

$$v = v' (1 - \frac{v}{c}) , \dots\dots\dots (3 : 2 - 2)$$

وبالمثل فإن العلاقة (10 - 24) تكتب على الصورة :

$$v' = v (1 + \frac{v}{c}) , \dots\dots\dots (3 : 2 - 3)$$

(أى أننا اعتبرنا الشعاع الموجى شعاعاً ضوئياً خاضعاً لمبدأ ثبات انتشار الطاقة) ، و بمقارنة (3 : 2 - 2) و (3 : 2 - 3) يتضح أن تحقيقهما يتم فقط فى حالة انعدام السرعة النسبية بين الهيكلين - وهذا متوقع منطقياً - و لكنه هنا يعنى ببساطة أن « تحويلات جاليليو » بمفردها لا يمكنها استيعاب مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » بين هياكل الرصد .

فى واقع الأمر ، إننا هنا عند جذور التناقض الشهير الذى عُيِّت به « النظرية النسبية » ، و قد تم صياغته بدلالة « تردد الطاقة » ، و من خلال « مبدأ دوبلر » .

إن « مبدأ النسبية » : حقيقة تكافؤ هياكل الرصد الحرة ، قد تم تأسيسه كبديهية أولية قائمة على مبدأ التكافؤ الكوني ، ولم يتضمن أى شروط تقيد العلاقة التحويلية التى تربط إحداثيات هياكل الرصد ، ومعنى ذلك أن نموذج « النظرية النسبية » القائم سواء على « تحويلات جاليليو » أو على « تحويلات لورانتز » يصلح كنموذج طبيعى (طبعاً فى حدود صلاحيات « مبدأ النسبية »)، أما بعد إرساء وتحقيق مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » ، بان جلياً ضرورة تحقيق المبدأين معاً : « مبدأ النسبية » و معه مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » ، وهذا يحتم افتراض وجود قيود إضافية ، ومنطقياً فإن هذه القيود : إما أن تكون على إحداثيات « الفراغ - الزمن » ، وإما أن تكون على حساب المادة وقواعد انتشار طاقتها . ولقد اجتازت « النسبية الخاصة » الموقف - بنجاح رياضى ساحق مدهش مثير - بفرضيتها المميزة : « نسبة الآنية » ، ويبقى لنا محاولة إيجاد حل بديل تقليدى من خلال قواعد انتشار الطاقة : ترددها ، بدلا من القفز المباشر على خواص إطار « الفراغ - الزمن » .

حيث أن الحركة النسبية هى واقع وحقيقة لا ريب فيها ، فإن إزاحة الألوان نتيجة للحركة النسبية بين مصدر شعاع ضوء وملاحظه هى أيضاً حقيقة لا مظهرية فيها ، وإن محاولة الفصل بين ماهو ظاهرى ، وماهو حقيقى فى « تأثير دوبلر » (وسببها فى الأصل يرجع إلى الإفساد الذى سببته فكرة « الإثير » الوسط الحامل الساكن فى الفراغ المطلق) هى محاولة تنم عن ضعف الإيمان واليقين فى حقيقة نسبية الحركة .

إن « مبدأ النسبية » يؤدى إلى أن « الواقع نسبى » : إنه حقيقة نسبية الواقع ، وعلى ذلك فإن إزاحة لون الشعاع الناتج عن كيناماتيكا الحركة النسبية هى : حقيقة من حقائق الطبيعة ، ويصبح الحديث عن الجزء الظاهرى والجزء الحقيقى فى هذه الإزاحة فاقداً لمضمونه . وقد يكون

المقصود فى هذا الحديث - كما سيتضح بعد - هو الفصل بين ماهو معتمد - فى « تأثير دوبلر » - على الحركة ، و ما هو معتمد على الحركة دون اتجاهها (أى على مربع سرعة الحركة) ، و حيث أنه ليس هناك حركة دون اتجاه ؛ فإن الفصل بينهما ستكتفه صعوبات فى سبيل الوصول إلى « تأثير دوبلر العرضى » ، أى : الإزاحة فى اللون الناتجة عن تأثير الحركة دون اعتبار لاتجاهها .

دعنا الآن نأخذ الحقائق التالية فى الاعتبار بهدف صياغة فرضية « نسبية تردد الطاقة » و التعريف بمضمونها :

إن فرضية « بلانك » الشهيرة :

$$E = h \nu ,$$

مؤداها أن الطاقة تتناسب مع ترددها ، و باعتبار « مبدأ قصور الطاقة » فهى تقودنا إلى الفرضية المرادفة : « تردد القصور » : بمعنى أن للقصور تردداً ؛ و القصور ظاهرة طبيعية ، فباعتبار « مبدأ النسبية » فالقصور نسبى ، و هذا يؤدى بداهة إلى أن تردد الطاقة نسبى ، و بعبارة أخرى : للطاقة قصور ، و القصور نسبى ؛ فالطاقة نسبية ، و يعبر عنها بتردددها ؛ فيكون تردد الطاقة نسبياً .

و أيضاً : الطاقة حركة ، و الحركة نسبية فتكون الطاقة نسبية ، و ترددها بالتبعية نسبى .

و أيضاً : إن الدراسة التقليدية للحركة التوافقية البسيطة فى هيكلها الطبيعى - أى الهيكل الساكن فيه مركز هذه الحركة - توضح لنا العلاقة بين التردد و قصور المتردد حيث :

(يقل التردد بزيادة كتلة (قصور) المتردد) ، ،

إن هذه العلاقة حقيقة أولية للحركة التوافقية البسيطة ؛ فإذا اعتبرنا « مبدأ قصور الطاقة » ؛ فإنه يلزم إعادة صياغتها على أساس أن قصور المتردد دالة فى سرعته ؛ ومن باب أولى ؛ ومن مفهوم النسبية ؛ فإن هذه العلاقة يلزم أن تأخذ فى حساباتها اختلاف قصور المتردد مرصوداً من هياكل الرصد الأخرى .

ألا تمهد لنا هذه الحقائق الطريق إلى فرضية « نسبة تردد الطاقة » ونعنى بها : نسبة تردد الطاقة (القصور) الناتجة عن الحركة النسبية بين هياكل الرصد ، (وهى المنتجة لـ « تأثير دوبلر العرضى ») ؟ .

إن علاقات « تأثير دوبلر » السابقة رقم (2 - 3) ، (3 - 2 : 3) قد ربطت بين تردد « شعاع ضوئى » : « كم ضوء » فى الهيكل [S] وتردده فى الهيكل [S'] ، ولكنها لم تأخذ فى حساباتها « نسبة تردد الطاقة » .

إن فرضية « نسبة تردد الطاقة » تفرض نفسها بين هياكل الرصد الحرة وتغنيا - لفض تناقض ثبات الانتشار للطاقة بين هياكل الرصد الحرة - عن فرضية « نسبة الآتية » التى تم إدخالها بالقفز المباشر على إطار « الفراغ - الزمن » .

بفرضية « نسبة تردد الطاقة » نكون قد أرجعنا « ثبات انتشار الطاقة » بين هياكل الرصد الحرة إلى نسبة قصورها : أى إلى خواصها المادية .

وقبل الدخول فى التفاصيل الرياضية التى تظهر الدور الذى تلعبه فرضية « نسبة تردد الطاقة » فى تثبيت انتشار الطاقة بين هياكل الرصد الحرة ، دعنا نفحص مدى توافق هذه الفرضية مع حقائق الطبيعة :

إن حقيقة « ثبات انتشار الطاقة » بكافة مستوياتها فى هيكل الرصد الواحد تُفسَّر باختلاف ألوان الضوء نتيجة لاختلاف تردد كل لون ، وعلى

نفس الوتيرة فإن اختلاف اللون مع ثبات الانتشار بين هياكل الرصد الحرة يُفسر بالتبعية بأنه اختلاف مستوى الطاقة (أى أن تردد الطاقة نسبى) فى هياكل الرصد ، إن حقيقة أن تردد الطاقة نسبى لهى حقيقة يفشيها « مبدأ دوبلر » : حقيقة إزاحة مستويات الطاقة نتيجة للحركة النسبية ، وبعبارة أخرى فإنه يوجد دائماً هيكلاً رصداً يكون فيه مصدر الطاقة ساكناً ، ويكون فيه تردد الطاقة هو ترددها الطبيعى ، إن « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » بكافة مستوياتها فى أى هيكلاً حر مع حقيقة استقلالية « كم الطاقة » عن مصدره يؤدى إلى اعتبار أن أى هيكلاً رصداً حر هو هيكلاً طبيعى للطاقة : إنها حقيقة توافق « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » مع « مبدأ النسبية » ، إن الثابت هو انتشار الطاقة أما ترددها فهو نسبى : إنها « نسبة تردد الطاقة » .

دعنا نستكمل الآن الصيغة الرياضية لـ « تأثير دوبلر » :

إن التغير فى قصور الطاقة - بين هيكلى الرصد - معناه التغير فى تردد الطاقة ، فيضاف إلى التغير فى التردد الناتج عن الحركة بين الهيكلين ، فإذا كان معامل التغير نتيجة لقصور الطاقة هو " β " فإن العلاقتين (3 : 2 - 2) و (3 : 2 - 3) تؤولا إلى الصورتين :

$$v = v' \beta \left(1 - \frac{v}{c} \right) , \dots\dots\dots (3 : 2 : 4)$$

$$v' = v \beta \left(1 + \frac{v}{c} \right) , \dots\dots\dots (3 : 2 - 5)$$

و بالضرب فإن :

$$v v' = v' v \beta^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) , \dots\dots\dots (3 : 2 - 6)$$

و منها فإن :

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

و هذا هو معامل « النظرية النسبية الخاصة » الشهير ، تم الحصول عليه بناء على فرضية « نسبة تردد الطاقة » و من خلال « مبدأ دوبلر » و فى إطار « نسبة جاليليو » حيث « سيادية الآنية » . و من الواضح أيضا الدور الذى يلعبه هذا المعامل " β " فى تثبيت سرعة الضوء بين الهيكلين . و بالتعويض بهذا المعامل فى العلاقة (4 - 2 : 3) نحصل على :

$$v = v' \frac{1 - \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (3 - 2 - 7)$$

و بالتعويض بهذا المعامل فى العلاقة (5 - 2 : 3) نحصل على :

$$v = v' \frac{1 + \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (3 - 2 - 8)$$

فإذا اعتبرنا أن المصدر ساكن عند الراصد [S'] ، فإن :

$$v' = v_0 , \dots\dots\dots (3 - 2 - 9)$$

و بذلك تكتب (7 - 2 : 3) على الصورة :

$$v = v_0 \frac{1 - \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (3 - 2 - 10)$$

وهي نفس الصيغة التي تقدمها « النسبية الخاصة » للتعبير عن « تأثير دوبلر » ، وقد تم الحصول عليها دون اللجوء إلى « تحويلات لورانتز » : تم الحصول عليها بأخذ فرضية « نسبية تردد الطاقة » كأساس ؛ فنكون قد أرجعنا ثبات انتشار الطاقة إلى إيجابية المادة (في صورة استجابة تردد طاقتها للحركة النسبية) و كان ذلك في ظل « نسبية جاليليو » حيث الآنية سيادية مطلقة ، وبهذا تتحقق مقولتنا :

إن الطريق إلى « ثبات انتشار الطاقة » يمر بـ « تأثير دوبلر » .

والآن يمكننا النص باطمئنان على :

إن مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » هو نتاج « مبدأ النسبية » يُظَاهره ويعاونه مبدأ « قصور الطاقة » من خلال « مبدأ دوبلر » .

لقد حصلنا في (ملحق رقم ١٣) و من خلال « مبدأ دوبلر » على « قانون الجمع للسرعات » الشهير :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} , \dots\dots\dots (3 : 2 - 11)$$

وكان لحركة موجة في الهيكل [S] بسرعة – لا تساوى سرعة الضوء – هي حاصل ضرب تردددها في طولها أى :

$$u = \lambda v , \dots\dots\dots (3 : 2 - 12)$$

وتساوى :

$$u' = \lambda' v' , \dots\dots\dots (3 : 2 - 13)$$

فى الهيكل [S'] ، وهذا يعنى عدم التمسك بمركز حركة للموجة هو نفسه واحد فى الهيكلين ، أى التخلّى عن قانون بقاء حركة مركز ثقل القصور الكلى فى الهيكلين ككيان مادى واحد فيهما : إنها طبيعة الحركة الموجية •

و لقد قدمنا أيضاً فى الملحق رقم (١٢) بعض العلاقات التى تقدمها « النسبية الخاصة » ، و لقد تم ذلك من خلال « مبدأ دوپلر » يُظَاهِرُهُ « مبدأ النسبية » جنباً إلى جنب مع مبدأ « قصور الطاقة » ، و من المناسب هنا مقارنة العلاقات تحت رقم (6-6) ملحق رقم (٦) مع قرينتها رقم (12-15) ملحق (١٢) •

و بذلك نكون قد فرغنا من دراسة « مبدأ دوپلر » تأسيساً على « تحويلات جاليليو » تُظَاهِرُهَا فرضية « نسبية تردد الطاقة » لتثبيت انتشار الطاقة خضوعاً لـ « الآنية السيادية المطلقة » •

و الآن لنبدأ فى دراسة « مبدأ دوپلر » من منظور « النسبية الخاصة » أى تأسيساً على « تحويلات لورانتز » المتضمنة فى صلبها فرضية « نسبية الآنية » فنحصل على :

$$v = v_0 \frac{1 - \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (3 : 2 - 17)$$

انظر ملحق رقم (١٢) •

و هكذا يتبين أنها نفس العلاقة (10 - 2 : 3) ، ولا عجب فلقد بات واضحاً لنا في دراسة « النسبية الخاصة » أن ثبات سرعة الضوء هو تعبيرها عن القصور ، وأن خواص « الفراغ - الزمن » تتناغم من خلال « تحويلات لورانتز » لاستيعاب هذا المبدأ - « مبدأ ثبات سرعة الضوء » - وأن هذه الحقائق قد تغفلت في « تحويلات لورانتز » بحيث لا يمكن الفصل في هذه التحويلات بين القصور و ثبات سرعة الضوء : إنهما وجهان لحقيقة واحدة ؛ فنحصل من خلال « تحويلات لورانتز » بطريقة مباشرة على نفس العلاقة التي حصلنا عليها من خلال « تحويلات جاليليو » المعضدة بفرضية « نسبية تردد الطاقة » .

جرت محاولة هي : ضرب بسط ومقام العلاقة (17 - 2 : 3) في المعامل " β " :

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

لوضع هذه العلاقة على الصورة :

$$v = v_0 \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{v}{c}} \dots\dots\dots (18 - 2 : 3)$$

و يؤخذ و يترجم البسط في الطرف الأيمن على أنه البطء في التردد الناتج عن « تباطؤ الزمن » : السمة المميزة لـ « النظرية النسبية الخاصة » .

إن هذه المحاولة تضع « النظرية النسبية الخاصة » في تناقض صارخ ؛ فكيف أن الزيادة في الطاقة نتيجة للحركة تترجم على أنها انخفاض في

التردد ، أى كيف أن « تأثير دوبلر العرضى » - من خلال هذه العلاقة رقم (18 - 2 : 3) - يفهم على أنه إزاحة حمراء ! ، فى حين أننا نفهم أن الحركة تؤدي إلى زيادة فى الطاقة : أى أننا نتوقع أن تكون الإزاحة زرقاء ! ؟ ، وبعبارة أخرى : إن الطاقة تتناسب مع ترددها فكيف تظهر زيادة الطاقة نتيجة للحركة كانخفاض فى ترددها ! ؟ .

علاوة على أن أى محاولة لفهم العلاقة (10 - 2 : 3) أو (17 - 2 : 3) على أساس إمكانية الفصل بين ما هو حقيقى وما هو ظاهرى فيها ، أو الفصل بين ما هو راجع إلى « النظرية النسبية » ، أو غير راجع لها ، تلك المحاولات تتم عن الضعف فى فهم ، أو استيعاب « النسبية » ، وذلك ببساطة لأن « النظرية النسبية » ليست إضافة لحقائق ؛ بل إنها إعادة لصياغة الحقائق .

إن « تأثير دوبلر » يحتاج إلى إيضاح : ففى حين أن « تأثير دوبلر العرضى » هو : التغير فى التردد الناتج عن التغير فى القصور نتيجة للحركة دون اعتبار لاتجاهها ، نجد أن « تأثير دوبلر الطولى » هو : التغير فى التردد الناتج عن كيناماتيكا الحركة ، أى إزاحة حمراء ، أو زرقاء حسب ابتعاد المصدر عن ، أو اقترابه من ملاحظه ؛ فتكون محاولة الفصل بين « تأثير دوبلر العرضى » و « تأثير دوبلر الطولى » - من هذا المنطق - ممكنة نظريا .

و لكن الجدير بالإشارة هو أنه : حيث أن الحركة النسبية حقيقة ؛ فإن كافة الإزاحات الناتجة عن الحركة حقيقة لأمظهرية فيها ، وهذه حقيقة يجب ألا تغيب عن دارس « مبدأ دوبلر » : إنها حقيقة النسبية .

بالإضافة إلى ما سببته فكرة الإثير من تضليل ، فإن الخلط بين حركة « كم » الضوء وحركة مصدره قد سبب المزيد من الحيرة فى فهم « ظاهرة

دوبلر » : إن هذه الظاهرة يمكن أن تفهم على أن تردد « كم » الضوء قد تحدد بمعطيات حركة مصدره ، ثم كيف تردده فأصبح « كم » الضوء كياناً مستقلاً عن مصدره ، وكان التحديد و التكيف خضوعاً لسيادية « الآنية المطلقة » تحقيقاً لـ « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » ؛ فكان ذلك على حساب لونه (تردده) الذى اختلف من هيكل إلى آخر طبقاً لعلاقات دوبلر السالفة .

و لكن إذا رجعنا إلى العلاقة (10 - 2 : 3) و بضربنا بسط و مقام طرفها الأيمن فى المعامل " β " :

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

نحصل على :

$$v = v_0 \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{v}{c}} , \dots\dots\dots (19 - 2 : 3)$$

وكان ذلك بهدف أن نتمكن من التعبير اللفظى عن « تأثير دوبلر » بسهولة ووضوح . ودون لبس - حيث البسط و المقام فى الطرف الأيمن الآن هما معاملا تصغير للتردد " v_0 " - بالنص التالى :

« إن تردد شعاع الضوء بالنسبة لهيكل الرصد المبتعد

عن مصدر الشعاع أقل من التردد الطبيعى للشعاع ٠ » ؛

أى أن الشعاع يميل إلى الاحمرار (إزاحة حمراء) لا زيف و لا مظهرية فى

احمرارها ، اما إذا كان الراصدان [S] و [S'] مقترين من بعضهما ؛ فإننا نحصل على العلاقة المماثلة بسهولة ، وذلك فقط بتغيير إشارة السرعة في (10 - 2 : 3) و منها ينتج أن :

$$v = v_0 \frac{1 + \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (3 : 2 - 20)$$

و حيث أن البسط والمقام في الطرف الأيمن للعلاقة (20 - 2 : 3) هما معاملا تكبير للتردد " v_0 " ؛ فمن هذه العلاقة يمكن أيضاً بسهولة ووضوح و دون لبس النص على أن :

« تردد شعاع الضوء بالنسبة لهيكل الرصد المقترب

من مصدر الشعاع أعلى من التردد الطبيعي للشعاع » ،

أى أن الشعاع يميل إلى اللون الأزرق (إزاحة زرقاء) لا زيج ولا مظهرية في زرقتها .

و بين حقيقة النصين السابقين تكمن روعة مقدرة « تأثير دوبلر » على ستر تأثير الحركة - دون اتجاهها - على التردد ؛ فلقد أظهر هذا التأثير كفاءته المدهشة في التمويه على هذا التردد الناتج عن نسبية قصور الطاقة بحيث قد يمكن فقط وبصعوبة بالغة لمح هذا التأثير من خلال ما يعرف بـ « تأثير دوبلر العرضي » .

إن الطبيعة اتخذت من « مبدأ دوبلر » ساتراً للدور الذى يلعبه تردد الطاقة لتثبيت انتشارها خضوعاً لسيادية الآتية المطلقة ، فلقد موهت هذه

الظاهرة على حقيقة تردد قصور الطاقة الناتجة عن الحركة النسبية ؛ فظلت حقيقة قصور الطاقة غائبة حتى نهاية القرن التاسع عشر .

تفاديا لمزيد من الحيرة فى دراسة « ظاهرة دوبلر » يجدر بنا التفريق بين حالتى تغير إشارة السرعة ظهرتا لنا فى هذا الفصل : ففى العلاقتين (3 : 2 - 7) و (3 : 2 - 8) كان التغير فى إشارة السرعة وليد مطلب « مبدأ النسبية » فكان التغير ناتجاً عن الانتقال من [S] إلى [S'] أو العكس ولا يزال المصدر والملاحظ مبتعدين عن بعضهما .

أما الحالة الأخرى من تغير إشارة السرعة فكانت لمقارنة التردد بين ملاحظ ومصدر فى حالة اقتراب ، أو ابتعاد عن بعضهما فكانت العلاقتان (3 : 2 - 10) و (3 : 2 - 20) ، لذا وجب التنويه .

مما هو جدير بالملاحظة : أن العلاقة (3 : 2 - 10) مشتقة بناء على « تحويلات جاليليو » مضافاً إليها التغير فى التردد الناتج من فرضية « نسبية تردد الطاقة » ، فى حين أن العلاقة (3 : 2 - 17) مشتقة مباشرة من « تحويلات لورانتز » المتضمنة لفرضية « نسبية الآنية » فى صلب تكوينها ، وشتان بين أساسيات اشتقاق هاتين العلاقتين . و بعبارة أخرى : إن « تحويلات جاليليو » بمفردها لا يمكنها احتواء حقيقة « ثبات انتشار الطاقة » بين هياكل الرصد الحرة ، أما بعد إدخال فرضية « نسبية تردد الطاقة » ظهوراً لهذه التحويلات فإن ثبات انتشار الطاقة يمكن استيعابه فى « نسبية جاليليو » ،

بخلاف «تحويلات لورانتز» المتضمنة فى صلب تكوينها فرضية « نسبىة الآنية » : حيث ثبات سرعة الضوء أحد مسلماتها التى بنيت عليها هذه التحويلات .

استمراراً فى الحديث عن « مبدأ دويلر » ؛ فإننا نريد إظهار مدى ارتباطه بمبدأ « ثبات انتشار الطاقة » ؛ و لهذا الغرض نفرض أن الراصد [S'] لديه مصادر ضوء بألوان مختلفة و أنه قام بقياس سرعة الضوء لكل مصدر على حده ، بواسطة « عجلة فيزو » ؛ فوجد أن سرعة كافة ألوان الضوء واحدة ، و حيث أن لون الضوء مقياس لـ « كم » طاقته ؛ فهذا معناه أن انتشار الطاقة ثابت بالنسبة للراصد الطبيعى (أى الراصد الساكن لديه مصادر هذه الطاقات) ، و لنفرض الآن أن الراصد [S] لديه مصدر ضوء ساكن و قام بقياس سرعة ضوء هذا المصدر بواسطة « عجلة فيزو » الخاصة به ؛ فوجدها - بطبيعة الحال - نفس القيمة ، أما بالنسبة للراصد [S'] ؛ فسيرى نفس الشعاع مُزاحاً إلى اللون الأحمر ، و لكنه سيتأكد أنه يمكنه أن يجد لديه شعاعاً طبيعياً مطابقاً تماماً لهذا الشعاع ، و من ثم سيقر بمبدأ « ثبات انتشار الطاقة » مهما كان مصدرها ، سواء كان ساكناً ، أو متحركاً بالنسبة له ، و سيعتبر العلاقة :

$$v \lambda = c , \quad \dots\dots\dots (3 : 2 - 21)$$

هى علاقة سيادية على جميع هياكل الرصد : أى أنها متوافقة مع « مبدأ النسبية » ، و باعتبار أن « ثبات انتشار الطاقة » ظاهرة طبيعية فيمكننا تقبل و استيعاب و ترجمة السرعة النسبية بين هياكل الرصد على أنها المنتجة

للاختلاف فى تردد الطاقة : أى الاختلاف فى ألوان الضوء خضوعاً لسيادة الآنية المطلقة ، وبذلك فإن ثبات سرعة الضوء بين هياكل الرصد الحرة يكون على حساب لونه .

إن مبدأ « ثبات سرعة الضوء » مشروطاً باعتبار الطبيعة الموجية للضوء لهو تعبير مرادف لمبدأ « ثبات انتشار الطاقة » ، وإن الخروج من التناقض الشهير - لثبات سرعة الضوء بين هياكل الرصد الحرة - يكون على أساس أن انتشار الضوء ليس له تمركز وانتقال النقطة المادية ، وبالمناسبة فإن طريقة « عجلة فيزو » لقياس سرعة الضوء ، وكذا « تجربة ميكلسون و مورلى » مبنيتان نظرياً على الخاصية الموجية للضوء .

لقد كنا نهدف - عند قيامنا باشتقاق « قانون الجمع للسرعات » سواء من خلال « مبدأ دوبلر » ، أو من خلال « القانون الثانى لنيوتن » - إلى تبديل مرامى « النظرية النسبية » ، حيث كان الغرض فى « النسبية الخاصة » هو تثبيت سرعة الضوء بين الهياكل الحرة ؛ فظهر لنا مدى الحاجة إلى إعادة تعريف ، وصياغة حركة قصور طاقة المادة .

إن فرضية « بلانك » الشهيرة :

$$E = h \nu ,$$

تنص على أن : الطاقة تتناسب مع ترددها ، ومن منظور « مبدأ قصور الطاقة » ؛ فإن هذه الفرضية تؤدي إلى فرضية « تردد القصور » : بمعنى أن للقصور تردداً .

إن الطبيعة الموجية لانتشار الطاقة و عدم تمركزها تجعل أماننا سعة و مرونة ، و تخفف من وطأة الحاجة إلى الاحتفاظ بقانون بقاء حركة مركز

ثقل القصور للمادة ؛ فإذا أضفنا إلى ذلك محاولة فهم أن كتلة الجسم الطبيعية الساكنة لها تردد طبيعي هو مقياس لقصوره ؛ فقد يكون في ذلك بداية لإعادة فهم و تصور الجسم ، والتخلي عن صورته التي أدت إلى اعتبار أن الكتلة الطبيعية الساكنة : طاقة مجمدة ؛ فهذا التعبير يوحي بل و يترجم سيطرة فكرة الجسم الصلب المتماصك ، أما استبداله و استخدام التعبير : « التردد الطبيعي للقصور الساكن » ؛ فقد يكون فيه نواة لفرضية إيجابية المادة ؛ حيث نستطيع من خلال استيعابنا لـ « مبدأ النسبية » فض خطاب الطبيعة بخصوص « مبدأ دويلر » على أنه بيان لإيجابية المادة باستجابة ترددها للحركة النسبية .

و قبل أن نختم هذا الفصل فلنا كلمة : لقد اتخذت قاعدة (قانون) الجمع التركيبي للسرعات على أنها مترجمة لـ « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » بين هياكل الرصد ، و لقد تم بنجاح الحصول على هذا القانون بعد اعتبار « مبدأ قصور الطاقة » ، و في إطار « نسبية جاليليو » بأنيتها السيادية المطلقة ، وكان ذلك في مسارين مستقلين :-

الأول : من خلال « قانون نيوتن الثاني » : المصمم لدراسة ديناميكا حركة النقطة المادية ؛ فكان ضغط الحاجة إلى تمركز قصور طاقة حركة الجسم لإلصاق قصور طاقة حركته بقصور كتلة الطبيعة للاحتفاظ بقانون بقاء حركة مركز ثقل قصوره الكلي بين هياكل الرصد .

الثانى : من خلال « مبدأ دويلر » : المؤهل لدراسة إزاحة مستويات الطاقة نتيجة للحركة النسبية ، وكانت خاصية التردد الموجى ولا تركز قصور الطاقة قادرة على منحنا رحابة وسعة للتخلى عن قانون بقاء حركة مركز ثقل القصور .

وفى كلا المسارين ، وفى ظل « نسبة جاليليو » ، بات واضحاً ضرورة التخلي عن الفكرة التقليدية للمادة حتى يمكن التوافق مع قواعد الجمع التركيبى للسرعات . ولقد كانت هذه الضرورة نفسها - ومن منطلقات مختلفة تماماً - هى الدافع لتأسيس « نظرية ميكانيكا الكم » .

إن هذا الموقف فى المقابل له صداه فى ظل « النسبية الخاصة » ؛ فإن تمسكها بفكرة الجسيم المتماسك واحتفاظها بقانون بقاء حركة مركز الثقل قد دفعها إلى إعادة صياغة خواص « الفراغ - الزمن » ؛ فأدى ذلك إلى صياغة « مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » ، بالرغم مما تُظهره « الطبيعة » للمادة وطاقاتها من خلاف بين انتقال الكتلة وانتشار الطاقة . وعلاوة على أن التناقض الشهير فى « النسبية الخاصة » والمعروف بـ « تناقض الساعات » ؛ فكافة المحاولات المعروضة لحل هذا التناقض بها من التلقيق مالا يخفى على الدارس الحر - الغير واقع تحت تأثير سطوة عقائد مسبقة - ، وإن معظم هذه المحاولات - فى النهاية - مبنية على متن زيف « مبدأ النسبية العامة » .

٣ : ٣ - المجال الكهرومغناطيسى و النسبية :

لقد كان فى نيتنا - عند إعادة صياغة « النظرية النسبية الخاصة » من منطلقات ميكانيكية - عدم التعرض كليةً للمجال الكهرومغناطيسى بغرض تحجيم دوره فى « النظرية » ، ولقد تم لنا ذلك ... ! . ولكن تحت ضغط الأسباب الواردة بشأن هذا البند فى مقدمة هذا الكتاب رأينا من الأنسب تقديمه لتحديد دوره فى « النسبية » ؛ فلنجعل تعرضنا له هنا نزهة و « رياضية » ذهنية هدفنا الأول منها التنقيب فى مقدسات هذه « النظرية » التى أحيطت بهالة غير مسبوقة لأى نظرية علمية أخرى ، و ليكن ذلك بحثاً عن محورنا : الاختيار الرقيق بين فاعلية المادة أو فاعلية « الفراغ - الزمن » .

و الحق يقال - دونما جدل - أن قوانين ماكسويل - تلك القوانين القائمة لتمثيل دور المجال الكهرومغناطيسى - هى مجموعة معادلات ذات مستوى رياضى رفيع تُظهر و تؤكد لصاحبها قدرة رياضية متمكنة ، لولا غرابة معالجتها و تعيينها لسرعة انتشار طاقة المجال ؛ فلقد تم صياغتها و اعتمادها - أى السرعة - على خواص باطل و زيف فكرة الإثير : نفاذيته و سماحيته ! . و عموماً ، فقبل و بعد « قوانين ماكسويل » ؛ فإن المجال الكهرومغناطيسى كان و سيبقى مجالاً طبيعياً من الطراز الأول ، و انتشار طاقته أحد ظواهره المميزة ، و هذا ما يخص « النسبية » فيه ، و لقد أظهرت التجارب و حققت عملياً ثبات انتشار طاقته .

فلنبداً في دراسة هذا المجال من منظور « النظرية النسبية الخاصة » :
 مما لاشك فيه أن المجال الكهرومغناطيسي ظاهرة طبيعية ، و انتشار طاقته أحد
 مظاهرها البارزة ، و يعتبر الضوء حالة من حالات هذا المجال ؛ فتصير سرعة
 الضوء ظاهرة طبيعية و يصبح خضوعها لـ « مبدأ النسبية » أمراً لا مفر منه ،
 و هذا يستلزم أن تكون سرعة الضوء واحدة في أى هيكل رصد حر طبيعي
 (أى الهيكل الساكن فيه مصدر الضوء) ؛ فإذا أظهر الضوء حقيقة ثبات
 سرعة كافة ألوانه الطبيعية ؛ فهذا ينسحب تلقائياً ليحقق ثبات سرعته بين
 كافة هياكل الرصد الحرة ، و من ثم يتم تقنين مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » ،
 و كمدخل لـ « النظرية النسبية الخاصة » تم تسميته مبدأ « ثبات سرعة
 الضوء » و على أساسه تم اشتقاق « تحويلات لورانتز » ، و بعد ذلك تم دفع
 الموقف خطوة أخرى باعتبار « قوانين ماكسويل » على أنها قوانين طبيعية ،
 لأنها تعبر عن مجال طبيعي ، و تم - نظرياً - تحقيق سيادية هذه القوانين
 رياضياً من خلال « تحويلات لورانتز » على كافة هياكل الرصد الحرة ،
 و باختصار تم تنصيب « قوانين ماكسويل » كقاضٍ و جلدٍ في نفس الوقت :
 تم افتراضها كقوانين طبيعية و في نفس الوقت كمعيارٍ لصدق « تحويلات
 لورانتز » ، فهل أدى ذلك إلى الظلم لـ « نسبية جاليليو » ؟ !

فلنبداً القصة من أولها : ينتشر الصوت في الهواء على هيئة
 موجات ذات سرعة ثابتة تعتمد في الأساس على كثافة و مرونة هذا الهواء ،
 و من هذا المنطلق اقتنع « ماكسويل » بوجود وجود وسط حامل للموجات

الكهرومغناطيسية يملأ فراغ الكون ، وأن سرعة انتشار الموجات فى هذا الوسط هى سرعة ثابتة ، وتحددها خواصه ؛ فتم تعريف ماسمى بالنفاذية المغناطيسية ، و السماحية الكهربائية ، وبهما تم تحديد سرعة الموجات الكهرومغناطيسية فى وسطها الحامل (الإثير) ، و الكل يعلم أن سرعة انتشار طاقة المجال الكهرومغناطيسى - من خلال « قوانين ماكسويل » - تم صياغتها على أنها : « مقلوب الجذر التربيعى لحاصل ضرب النفاذية فى السماحية » ، وأن سرعة الضوء خاضعة لنفس العلاقة .

و على هذه الأسس قامت «قوانين المجال الكهرومغناطيسى» لماكسويل :
هى مجموعة معادلات متكاملة و متوافقة مع بعضها ، وكل معادلة تفاضلية فى هذه المجموعة يقابلها شقها التكاملى المرتبط معها عن طريق « نظرية ستوكس » الرياضية الشهيرة ، وهذه حقيقة لها أهميتها .

و توضع مجموعة معادلات ماكسويل على الصورة التالية :

$$\begin{array}{ll} \text{curl } H = \dot{D} + J & ; \quad \int H \cdot ds = \int (\dot{D} + J) \cdot da \\ \text{curl } E = -\dot{B} & ; \quad \int E \cdot ds = \int -\dot{B} \cdot da \\ \text{div } D = \rho & ; \quad \int D \cdot da = \int \rho \, dv \\ \text{div } B = 0 & ; \quad \int B \cdot da = 0 . \end{array}$$

و العلاقات السابقة تشمل فى طيها معادلة الاستمرارية للمادة :

$$\text{div } J = -\dot{\rho} \quad ; \quad \int J \cdot da = -\int \dot{\rho} \, dv$$

حيث :

$$J = \rho\omega$$

$$D = \epsilon E$$

$$B = \mu H$$

$$J = \sigma E$$

حيث " E " متجه شدة المجال الكهربائي ، و " H " متجه شدة المجال المغناطيسي ، و " ω " سرعة الشحنة الكهربائية ، و " ρ " كثافة الشحنة الكهربائية ، و " ϵ " هي السماحية الكهربائية ، و " μ " هي النفاذية المغناطيسية ، و " σ " هي التوصيلية للوسط .

و يجب ملاحظة أن المناطق التي يتم عليها التكامل - في كل هذه المعادلات السابقة - مفترض فيها التوقف مع الزمن حين إتمام عملية التكامل ، أو بعبارة أخرى : إن التكامل يتم على هذه المناطق بصورة لحظية ، وهذه حقيقة يجب اعتبارها ، فلها انعكاساتها عند إيجاد المشتقة الجزئية لمركبات المجال بالنسبة للإحداثيات تمهيداً لتطبيق « مبدأ النسبية » .

لقد كان الهدف الأول لـ « تجربة ميكلسون و مورلي » هو قياس السرعة المطلقة للكرة الأرضية ، بمقارنتها بسرعة الضوء الثابتة بالنسبة للإثير : الوسط الساكن في الفراغ النيوتوني المطلق ، وكان ذلك بتوجيهات صريحة من « ماكسويل » ، وكان الهدف التطبيقي لمثل هذه التجارب هو

استخدام حركة الكرة الأرضية - بالنسبة للإثير - كمصدر لتوليد قوى محرّكة. ولقد كانت نتائج « تجربة ميكلسون و مورلي » السلبية محيرة لعلماء الحقبة الأخيرة من القرن التاسع عشر ، و مخيبة لآمالهم .

كانت فكرة الإثير الساكن فى الفراغ النيوتونى المطلق - حيث قوانين المجال الكهرومغناطيسى - مسيطرة على العقيدة العلمية لذلك العصر ؛ فكيف لا يمكن قياس سرعة الكرة الأرضية بالنسبة لهذا الإثير بمقارنتها بسرعة الضوء الثابتة بالنسبة لهذا الوسط ، ولقد تكررت التجربة ، و النتيجة كما هى :

« عدم إمكانية قياس سرعة الكرة الأرضية بالنسبة للإثير » ... ،

فما كان من « آينشتين » إلا الإيمان و قبول هذه الحقيقة التجريبية ؛ بل وجدت انعكاساً لديه متوافقاً مع « مبدأ النسبية » ، و لقد ترجم هذه النتيجة - من خلال هذه التجربة - على أنها بيان لثبات سرعة الضوء خلال رحلة الذهاب و العودة محققاً بذلك سيادته (ثباته) على هياكل الرصد الحرة .

إن ظاهرة انتشار الضوء - و هى حالة من حالات انتشار المجال الكهرو مغناطيسى - قد أثبتت سيادتها عملياً ؛ فانسحبت - هذه السيادة - فرضاً من خلال « النسبية الخاصة » لتشمل قوانين المجال الكهرومغناطيسى ، و لقد سبق أن تحقق « هرتز » عملياً من حقيقة انتشار موجات المجال الكهرومغناطيسى بنفس سرعة الضوء ؛ و من ثم تم اعتماد « قوانين

ماكسويل ، نفسها على أنها قوانين طبيعية ؛ فهي قائمة فى جميع هياكل الرصد الحرة . و لكن ذلك سيؤدى إلى أن سرعة الضوء ستكون ثابتة بالنسبة لجميع هياكل الرصد الحرة ؛ فكيف تكون سرعة الضوء سرعة واحدة (ثابتة) بالنسبة لهيكلين حرين بينهما سرعة نسبية ! ، وأين ذهب فرق السرعة بين الهيكلين ! ؟ .

بالنسبة لـ « آينشتين » وجد فى ذلك تناغماً مع « مبدأ النسبية » ، و رأى أن « حقيقة ثبات سرعة الضوء » بين جميع هياكل الرصد القاصرة هو السبب المؤدى إلى النتائج السلبية لـ « تجربة ميكلسون و مورلى » ، حيث أقر بأن عدم إمكانية قياس السرعة المطلقة للكرة الأرضية بواسطة الضوء هو نتيجة لثبات سرعته فى جميع هياكل الرصد، و أن الفراغ و الزمن قد تكيفا فيما بينهما لتثبيت هذه السرعة ، لقد عَرَفَ السبب فبطل عجه .

أما بالنسبة لنا فإن « مبدأ النسبية » المبني على « مبدأ التكافؤ الكونى » يحتم عدم وجود أى وسيلة لقياس السرعة المطلقة لأنها لا معنى لها حيث لا مرجع لها ، فلماذا أصلاً العجب إذا لم نتمكن من قياس سرعة الكرة الأرضية باستخدام الضوء ! ؟ ، و بعبارة أخرى : و من مفهوم « مبدأ النسبية » ؛ فإن النتائج الإيجابية لـ « تجربة ميكلسون و مورلى » متوقعة بصرف النظر عن « مبدأ ثبات سرعة الضوء » ، فكل ما هنالك أن ثبات سرعة الضوء يمكن أن يتناغم مع « مبدأ النسبية » و لا يتعارض معه . إن

التعارض ناشئ عن فكرة الإثير الساكن فى الفراغ النيوتونى المطلق كوسط حامل لموجات الضوء ؛ لأن معنى ذلك - من مفهوم النسبية - أن كل هيكل حر يجب أن يحمل إثيره و يتحرك به ، و أن يبقى هذا الإثير السحرى فى نفس الوقت ساكناً فى الفراغ النيوتونى ، عند هذا الحد لا يجد هذا الإثير إلا مقبرته ، و يجب أن يختفى متوارياً بين المهملات : كفكرة ساذجة ، أدخلت فى العقيدة العلمية سهواً ، و فى غفلة منها . يجب على فكرة الإثير أن تتوارى و لتترك كل هياكل الرصد سابعة حرة طليقة ، يربطها فقط « مبدأ ثبات سرعة الضوء » ، الذى يمكن أن يتناغم و يتوافق مع « مبدأ النسبية » ، و لتكن مهمة أى نظرية هى :

« إيجاد هذا التناغم ، و تبرير و تفسير ثبات سرعة الضوء . »

و بعد ، لنعد إلى ظلال مفاهيم « النسبية الخاصة » ، لقد ظهرت الحقائق و حان رباطها : فهذا هو « مبدأ النسبية » قائم و معه مبدأ « ثبات سرعة الضوء » بين جميع هياكل الرصد الحرة و اعتبر « كم » الضوء و أغفلت طبيعته الموجية ، فماهى العلاقات الرياضية التى تربط إحداثيات حادثة مرصودة بالنسبة للراصد [S] مع إحداثيات نفس الحادثة مرصودة بالنسبة للراصد [S'] ؟ : أى ماهى العلاقة بين (x, t) فى المرصد [S] والإحداثيات (x', t') فى المرصد [S'] باعتبار ثبات سرعة « كم » الضوء المتمركز شرطاً لهذه التحويلات بين الهيكلين ؟ ، الإجابة بالتأكيد هى

صياغة « تحويلات لورانتز » الشهيرة تأكيداً على أن عبقرية صاحب « النظرية النسبية الخاصة » تكمن - ليس في قدرته الرياضية فحسب بل - في عمق فهمه للطبيعة و وضوح ملكة المنطق لديه : لقد فسروا وبرر حقيقة ثبات سرعة الضوء من خلال « تحويلات لورانتز » بما مؤداه أن الفراغ و الزمن قد تكيفا فيما بينهما وصولاً إلى ثبات سرعة الضوء بين هياكل الرصد ، أى « أن حقيقة ثبات سرعة الضوء » ترجع إلى استجابة خواص الفراغ و الزمن للحركة النسبية بين هياكل الرصد الحرة .

و نظرياً : فإن ثبات سرعة الضوء بين هياكل الرصد الحرة تم بناؤه على فرضية : أن « معادلات ماكسويل » هى قوانين طبيعية قائمة فى هيكل رصد خاضعة لـ « مبدأ النسبية » ؛ فهى لا متغيرة فى أى هيكل حر آخر ، و معها سرعة الضوء ؛ فإذا اعتبرنا أن القوانين المذكورة فى صفحة رقم (١٥٢) هى معادلات المجال كما يصيغها الراصد [S] فإن الراصد [S'] يصيغها على صورة مطابقة تماماً و تكتب على الصورة :

$$\begin{aligned} (\text{curl } H')' &= \dot{D}' + J' & ; & \quad \int H' \cdot ds' = \int (\dot{D}' + J') \cdot da' \\ (\text{curl } E')' &= - \dot{B}' & ; & \quad \int E' \cdot ds' = \int - \dot{B}' \cdot da' \\ (\text{div } D')' &= \rho & ; & \quad \int D' \cdot da' = \int \rho' \, dv' \\ (\text{div } B')' &= 0 & ; & \quad \int B' \cdot da = 0 . \end{aligned}$$

و العلاقات السابقة تشمل فى طيها معادلة الاستمرارية للمادة :

$$(\text{div } J')' = - \dot{\rho}' & ; & \quad \int J' \cdot da' = - \int \dot{\rho}' \, dv'$$

هذا هو معنى أن تبقى القوانين لامتغيرة بين هياكل الرصد : أى قوانين سيادية على هياكل الرصد الحرة جميعاً .

لقد، قام « لورانتز » بربط مركبات المجال الكهرومغناطيسى فى المجموعة $[S]$ بمركبات المجال فى المجموعة $[S']$ بالعلاقات رقم (5 - 14) المذكورة فى ملحق رقم (١٤) ، و منها نرى أنه إذا تحققت قوانين ماكسويل فى المجموعة $[S]$ ؛ فتحت تأثير « تحويلات لورانتز » ، فهى أيضاً متحققة فى المجموعة $[S']$ ، و التفاصيل الرياضية لذلك متوافرة فى مراجع « النظرية النسبية الخاصة » .

إن « قوانين ماكسويل » متناغمة مع « مبدأ النسبية » من خلال « تحويلات لورانتز » ، و يعبر عن هذه الحقيقة بالقول :

إن قوانين المجال لماكسويل سيادية (لا متغيرة) تحت تأثير « تحويلات لورانتز » .

و هذا معناه أن ثبات سرعة الضوء يرجع إلى خواص « الفراغ - الزمن » التى تجدد فى معادلات لورانتز التحويلية تعبيراً رياضياً عن هذه الخواص .

و تمشياً مع مابدأنا فيه - من محاولات التنقيب فى الخواص المادية لتفسير ظاهرة « ثبات سرعة الضوء » بين هياكل الرصد الحرة دون المساس بخواص الإطار الجاليلى لـ « الفراغ - الزمن » حيث « مبدأ النسبية » القائم

بالمفهوم التقليدى ، حيث « الآنية السيادية المطلقة » - فهل يمكننا إدخال تعديل على العلاقات التحويلية التى تربط مركبات المجال الكهرومغناطيسى بين هياكل الرصد الحرة بحيث يودى هذا التعديل إلى أن نصير « قوانين ماكسويل » سيادية (لا متغيرة) تحت تأثير « تحويلات جاليليو » ؟ ، وهذا يعنى - بنفس المفهوم السابق - أن « ثبات سرعة الضوء » بالنسبة لهياكل الرصد الحرة يرجع إلى خواص المادة مع بقاء إطار « الفراغ - الزمن » محايد التأثير عليها : أى موجود دون فاعلية ؛ فلتكن محاولتنا هذه - كما سبق وذكرنا - « رياضة » و تنشيطاً ذهنياً هدفها فى الأساس الأول التنقيب فى مقدسات « النظرية النسبية الخاصة » بحثاً عن اختيارنا الرقيق بين فاعلية المادة أو فاعلية إطار « الفراغ - الزمن » ؛ و دون أن نعول على قوانين هذا المجال فى صياغة النظرية .

إننا نعتزف مسبقاً بأن إمكاناتنا على المستوى التجريبي المعملى لحقائق المجال الكهرومغناطيسى - تلك الحقائق التى نحس و لا ترى - لاتعطى لنا الحق لفرض هذا التعديل أو التحقق منه ، و لكن كل مانستطيع الجزم به هو : إن القياس و التحقق من تأثير هذا التعديل - إن وجد فى الطبيعة - سيكتنفه صعوبات عملية على نفس مستوى الصعوبات التى يتطلبها قياس « تأثير دوبلر العرضى » ، سواء من حيث دقة القياس أو الأساس النظرى لطرقه .

لقد انقذنا وراء هذا التعديل بإغراء وإيعاز :

أما الإغراء فكان بسبب الرغبة في المقارنة بين إيجابية المادة وإيجابية الإطصار الحارى لها ؛ حيث أن المقارنة ترجع - فى المقام الأول بالنسبة لنا - إلى أسباب فلسفية ، علاوة على الأسباب المنطقية فكان الانقياد وراء ذلك الإغراء .

أما الإيعاز فكان :

أولاً : لمنطق التماثل والتشابه بين مركبات المجال ؛ فلقد لاحظنا فى العلاقات (5 - 14) ملحق رقم (١٤) و لفت النظر اختفاء معامل النسبية الشهير " β " من المركبات السينية للمجال ، مع أن وجود هذا المعامل يعد سمة مشتركة لجميع التحويلات فى « النسبية الخاصة » ؛ فهل اختفاؤه من المركبات السينية يعكس خواص مادية للمجال بصورة واقعية حقيقية ، وهل هذا الاختفاء تؤكد نتائج تجارب معملية ، أو ظواهر طبيعية محددة ، وهل اختفاؤه تم لاعتبارات نظرية لها مبرراتها ؟ . إن اختفاءه - الغير متوقع - من المركبات السينية للمجال تطلب ظهوره فى « تحويلات لورانتز » : وهى تحويلات الإحداثيات المعبرة عن إيجابية « الفراغ - الزمن » ، ومن خلالها تسرب هذا المعامل ليشكل السمة المشتركة فى تحويلات « النظرية » ، وأيضاً - وهو مهم - : رصف ومهد الطريق لسيادة « قوانين ماكسويل » تحت تأثير « تحويلات لورانتز » .

ثانياً : لتحقيق و ترجمة تعبير لـ « فاراداي » - « أبو الكهرباء والمغناطيسية » ، والإمام الأول لظاهرة الحث الكهرومغناطيسى ، وصاحب و مبتكر و مؤسس فكرة خطوط القوى : رابطة القوانين

الكهرومغناطيسية عموماً و لبنة أساسية من لبنات « قوانين ماكسويل » على وجه التحديد - ينص على : « أنابيب القوى تميل إلى الانكماش الطولي و إلى الامتداد و التوسع العرضي » ؛ فإذا قمنا بترجمة هذا التعبير ؛ فإننا لن ندخل فقط المعامل " β " على المركبات السينية ؛ بل سنجرى تعديلاً لتحقيق مطلب الانكماش الطولي حيث أن الامتداد العرضي (الاتساع) قد تم فعلاً اعتباره في العلاقتين رقم (5 b - 14) و رقم (5 c - 14) ملحق رقم (١٤) لقد قمنا بالتعديل في المركبات السينية للمجال ، أى الموازية للحركة بين هياكل الرصد ؛ و بهذا التعديل الذى أدخلناه ظهر المعامل " β " فى المركبة السينية من مركبات المجال ، و أوجد هذا التعديل تطابقاً شكلياً ملحوظاً بين المركبات السينية للمجال الكهربائى و تحويلات لورانتز الفراغية ، وكذلك بين المركبات السينية للمجال المغناطيسى و تحويلات لورانتز الزمنية . (انظر ملحق رقم ١٤) .

بالنسبة لنا إنها اشارة تشجيعية على الطريق : لقد أمكن نقل العوامل المؤثرة من علاقات الإحداثيات الفراغية الزمنية إلى علاقات مركبات المجال الكهرومغناطيسى المادية ، و أيضاً - للاندهاش - تم تحقيق شرط « مبدأ النسبية » على هذه العلاقات لمركبات المجال المعدلة ، و أصبحت « قوانين ماكسويل » سيادية (لا متغيرة) تحت تأثير « تحويلات جاليليو » ، و هذا يعنى فى النهاية أن ثبات سرعة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية يمكن إرجاعه إلى اخواص المادية للمجال (انظر ملحق رقم ١٤) .

بعد أن تم لنا - رياضياً - تحقيق سيادية « قوانين ماكسويل » تحت تأثير « تحويلات جاليليو » يبقى لنا الآن توضيح المعنى الطبيعي للتعديل الذى تم افتراضه :

ببساطة يفهم هذا التعديل على أنه تأثير حثى معاكس لمركبات المجال فى اتجاه الحركة - أى الانكماش الطولى حسب تعبير « فاراداي » .
إن مثل هذا التأثير الحثى ظاهر فى المعادلات (5b - 14) ، (5c - 14) ، ملحق رقم (١٤) ، ولكن ظهوره كان فى اتجاه عمودى على الحركة - أى التوسع العرضى حسب تعبير « فاراداي » - و تمت دراسته فى المبادئ الأولية لعلم الكهرباء و المغناطيسية .

و نختم هذا الفصل بالقول : إذا كانت هناك اعتبارات نظرية و حقائق تجريبية تحتم عدم جواز و استحالة إدخال مثل هذا التعديل على المركبات الموازية لاتجاه الحركة ؛ فكمحاولة أخيرة لرفع الظلم المحتمل عن « نسبة جاليليو » : هل يمكن إعادة تفصيل أو بالأحرى إدخال تعديل على « قوانين ماكسويل » نفسها - حيث حقيقة أنها تظهر عدم وحدانيتها رياضياً ، بالإضافة إلى وهنها أمام حقيقة اختلاف سرعة ألوان الضوء فى الوسط المادى الواحد - بحيث لا يؤثر هذا التعديل على ديناميكا ثبات انتشار طاقة المجال ، و فى نفس الوقت تكون هذه القوانين المعدلة سيادية تحت تأثير « تحويلات جاليليو » .

لا يمكن إنكار أن « قوانين ماكسويل » لها رحابة وسعة وحدانية علمية ودقة رياضية وتشمل ركائز أفكار أساسية ، ولكنها مع ذلك تُفهم - حتى من المتخصصين - بصعوبة ، وللاندهاش فإن نتائجها تفهم وتجد قبولاً من غير المتخصصين ، أليس في ذلك ما يوحي بأن نتائج تلك القوانين - وليست القوانين نفسها - تعكس وضوح وبساطة الطبيعة ، أما القوانين فهي تركيبة تفصيلية رياضية رائعة لمحاولة ترجمة مكنون و ماهية الطبيعة ، ولكن كشف ومنها ركائز ترجمتها لأحد ظواهر المجال الطبيعية ؛ ويكون في ذلك ما يخلو لنا حق تنحيتها من منصبها كقاضٍ و جلادٍ في قضية إيجابية « الفراغ - الزمن » ؟ ٠

و الخلاصة : إنه إذا تم التحقق بصورة قاطعة من الآتي :

أولاً : أن « قوانين ماكسويل » هي قوانين طبيعية ملزمة و تعبر عن طبيعة المجال تعبيراً مطلقاً لاليس فيه ، و أنها قوانين وحيدة و فريدة ٠

ثانياً : أن علاقات التحويل : معادلات (5 - 14) ملحق رقم (١٤) ، هي علاقات تحويلية تعكس و تؤيد حقائق طبيعية تم التحقق من صحتها عملياً بصورة مطلقة لازيغ فيها - على أن يشمل التحقق كل الاتجاهات بما فيها مركبات المجال في اتجاه الحركة - مع الخيطة حيث أننا مع كميات و قياسات تتناسب مع مقلوب مربع سرعة الضوء ٠

فإذا ماتم هذا التحقق فإنه يمكننا النص باطمئنان على أن « تحويلات لورانتز » هي التحويلات الطبيعية المؤكدة لإيجابية « الفراغ - الزمن » ، وبغير ذلك فلا يزال الأمل أمام « نسبية جاليليو » بأنيتها المطلقة .

إن حقيقة اختلاف سرعة ألوان الضوء فى وسط مادى واحد تضع « قوانين ماكسويل » فى مأزق مع الطبيعة يمنحنا حق إقالتها من منصبها كقوانين طبيعية معبرة عن ماهية و حقيقة المجال الكهرومغناطيسى ، لنصبح بعدها عجزة مرتبكين - أمام الحيرة التى تسببها ظاهرة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية ومنها على وجه التحديد ظاهرة انتشار الضوء - سائلين :

" هل تم الحسم فى قضية معرفة حقيقة الضوء لتتخذ منه مدخلا للقفز المباشر على خواص « الفراغ - الزمن » ؟ " .

* * *

٣ : ٤ - « الفراغ - الزمن و الجاذبية » :

رأينا أن نقدم في هذا الكتاب نبذة عن نظرية الجذب من مفهوم إيجابية إطار « الفراغ - الزمن » : نبذة قد تثير الفضول ولكنها لا تروى الظماً . قد يلاحظ أننا تجنبنا استخدام التعبير الدارج عند دراسة « النظرية النسبية » ألا وهو تعبير (متصل الفراغ - الزمن ذو الأربعة أبعاد) على الرغم مما لهذا التعبير من بريق وإثارة في النظرية كلها ؛ ذلك لإيماننا بأن هذا التعبير يعد صيغة رياضية أكثر من اعتباره مكنوناً طبيعياً .

عند وصف الحركة في الطبيعة فإننا نعبر عن الحركة و سرعتها بأنها خارج قسمة المسافة المقطوعة على الزمن اللازم لقطع هذه المسافة . و توضع رياضياً على الصورة :

$$u = \frac{\Delta x}{\Delta t} , \dots\dots\dots (3 : 4 - 1)$$

إن حقيقة وجود الفترة الزمنية في مقام هذا التعريف ، و المسافة المقطوعة في بسطه لهى انعكاس للمعنى الطبيعى للحركة و تعريف سرعتها ؛ و من ثم فإن فكرة المسافة ، و فكرة الزمن كما هما في الطبيعة على صورتين مختلفتين ؛ ففي الرياضة أيضاً يجب أن يكونا في مكانين مختلفين .

لا يمكن رصد و تصور و استقبال المادة و حركتها إلا من خلال هذا الاختلاف البين بين فكرتى الفراغ و الزمن .

قد يُرى أن فكرة المسافة هي الامتداد الحاوى لكتلة المادة ، وأن فكرة الزمن هي الامتداد الحاوى لطاقتها - وهذا صحيح - ؛ ومن ثم فإن تكافؤ الكتلة بالطاقة ينسحب أيضاً ليشمل تكافؤ المسافة بالزمن (بصرف النظر عن إمكانية تصور ورصد واستقبال الكون وحركته من خلال هذا التكافؤ) ؛ فحاولوا - بهذا المفهوم - إحالة الحس والإدراك إلى المعاش ، وأخرجوا ملكة التصور والاستقبال البشرية من الخدمة ! ، لقد قرأوا العلاقة (1 - 4 : 3) على الصورة :

$$\Delta x = u \Delta t , \dots\dots\dots (2 - 4 : 3)$$

وتأويل ذلك على أن الفترة المكانية والفترة الزمانية قد وقفتا على قدم المساواة ، دون اعتبار للمعامل (u) ومعناه فى العلاقة ، لقد أقروا بأنه لا بسط ولا مقام بينهما !! وإمعاناً فى عملية دمجهما أعادوا قراءة المعادلة على الصورة الآتية :

$$\Delta x - u \Delta t = 0 , \dots\dots\dots (3 - 4 : 3)$$

موضحين أن الفترة الزمنية والفترة المكانية يمكن حتى وضعهما فى كفة ميزان معادلة « رياضية » واحدة إظهاراً لمدى تكافئهما ضارين عرض الحائط بالمعامل (u) ، وكذلك الإشارة السالبة بينهما . وأخيراً وجدوا الحل بوضع العلاقة على الصورة :

$$\Delta x + i^2 u \Delta t = 0 , \dots\dots\dots (4 - 4 : 3)$$

وفيها :

$$i^2 = -1 ,$$

حيث (i) هي وحدة الكمية التخيلية و بذلك رأوا أن التزاوج و الدمج قد تم بين فكرتى « الفراغ - الزمن » فهاتما الآن فى بوتقة طرف معادلة واحدة دونما تفريق ، و ليصبح دمجهما معا بهذه الطريقة تعبيراً عن ميلاد متصل الكون ذى الأربعة أبعاد ! •

إن المعادلة (2 - 4 : 3) هي تأكيد للاختلاف بين حقيقة فكرة « الفراغ » و تصور فكرة « الزمن » حيث يظهر الإثنين كل فى طرف مختلف و بينهما معامل السرعة و تعريفها ، و زاد هذا الاختلاف وضوحاً فى المعادلة (3 - 4 : 3) بظهور الاختلاف فى الإشارة بين عنصرى « الفراغ و الزمن » وكلنا نعلم مدى أهمية الإشارة فى علم الرياضه ، أما محاولة دمجهما فى المعادلة (4 - 4 : 3) فقد أدخلوا الكمية التخيلية و يكفيهم و يكفينا اسمها .. !! •

إن أقصى ما يمكننا أن نتقبله فى هذا المضمار : أن فكرة " متصل « الفراغ - الزمن » ذو الأربعة أبعاد " هي فكرة رياضية أدخلت للتنسيق بين صور العلاقات الرياضية و لكن فى النهاية : إن رمز فكرة المسافة يجب أن يظل فى البسط ، و أن نحفظ لمفهوم فكرة تواجد الزمن مقامها ، ذلك إذا أردنا أن نبقى للعقل البشرى حسن رصده و استقباله للكون و حركته ، لتفعل الرياضه فعلها و منطقها ، و ليبقى للعقل البشرى وسائل رصده و إدراكه .

مما لاجدل فيه أن تسمية « النظرية النسبية الخاصة » و « النظرية النسبية العامة » - ويقصد بها نظرية الجاذبية - قد سببتا حيرة و ارتباكاً بل سوء فهم وكذب إيحاء حتى بين المتخصصين . لقد سُميت « النسبية » تأكيداً على أن الحركة المطلقة فقدت معناها وإنما أمام حقيقة « نسبية الحركة » ، ووصفت بـ « الخاصة » تأكيداً على أن الحركة المعنية بين هياكل الرصد الحرة هي الحالة « الخاصة » من الحركة لكونها حركة خطية منتظمة ، وعلى نفس الوتيرة فإن « النظرية النسبية العامة » وصفت بـ « العامة » تأكيداً على أن الحركة المعنية بين هياكل الرصد « الحرة » هي الحركة « العامة » ... هنا خلط أدى إلى حيرة و ارتباك و خطأ فهم انعكسه تسمية النظرية نفسها ؛ فكيف تكون هياكل حرة و فى نفس الوقت حركتها عامة دون تحديد لمسبب هذه الحركة ؟ ! . لقد خلصنا فى الفصول السابقة إلى أن « النظرية النسبية » التى نُعتت بـ « الخاصة » هى فى الأساس نظرية دراسة خواص « الفراغ - الزمن » ، و قد خلصنا أيضاً إلى أن هذه الخواص « لا متغيرة » بالنسبة لهياكل الرصد الحرة . و اتضح أيضاً أن هذه الخواص منتظمة و مستوية استواء الهندسة الإقليدية ، و يكشف عن هذا الاستواء و الانتظام حركة الجسم الحر فى الفراغ الحر ، و أن الحركة الخطية المنتظمة لهياكل الرصد لم تغير من هذه الخواص بل أكدت انتظامها و استواءها ، فلنطلق عليها إذا : « نظرية استواء خواص الفراغ - الزمن » ، أو اختصاراً « نظرية استواء الفراغ - الزمن » ؛ فإذا كان هناك خصوصية فى هذه النظرية فإن خصوصيتها هى فى استواء و انتظام هندسة « الفراغ - الزمن » الإقليدية .

و تلخيصاً : فإن حركة الجسم الحر فى هيكـل رصد حرهـى حركة خطية منتظمة تعكس انتظام واستواء هندسة إطار « الفراغ - الزمن » ، فإن ظلت حركة هذا الجسم الحر خطية منتظمة بالنسبة لهياكل الرصد الحر الأخرى ؛ فمعنى ذلك أن الحركة الخطية المنتظمة بين هياكل الرصد الحرة لا تؤثر على انتظام واستواء هندسة « الفراغ - الزمن » ، وتبقى هذه الهندسة إقليدية تحت تأثير الحركة الخطية المنتظمة (إننا هنا عند جذور مبدأ النسبية) ، وهذه هى « نظرية استواء (انتظام) الفراغ - الزمن » .

سنخرج الآن لكى نستنبط الفرضية الأساسية لنظرية الجذب - فى ظل مفهوم وفرضية إيجابية « الفراغ - الزمن » - ونعود للاسترسال بعد ذلك فى شرح سوء الفهم المؤدى إلى سوء التسمية ، أو سوء التسمية المؤدى إلى سوء الفهم : دع هناك مرصداً [S^*] يحتفظ بداخله بكتلة كبيرة مركزة يكون لها تأثير جذب طبيعى على المنطقة المحيطة بها ، ودع جسماً مادياً يمر فى منطقة تأثير هذا المرصد ؛ فبطبيعة الحال لن يتحرك هذا الجسم حركة خطية منتظمة ، ومن المهم أيضاً إدراك حقيقة جوهرية هى : أنه لا يمكن إيجاد هيكـل رصد آخر « حر » تكون فيه حركة هذا الجسم خطية منتظمة وهذه حقيقة - رغم بساطتها - بالغة الأهمية فى النظرية كلها . نستخلص من ذلك - ومن منظور النظرية نفسها باعتبارها نظرية خواص « الفراغ - الزمن » - أن الكتلة بالمرصد [S^*] قد غيرت خواص المنطقة المحيطة وجعلتها ذات خواص لاإقليدية (أى غير مستوية) ، تُظهرها حركة الجسم

الحر الغير خطية الغير منتظمة ، و هنالك يقال أن هندسة « الفراغ - الزمن »
المحيطة بالمرصد [S*] هي « هندسة ريمونية » نسبة إلى العالم الرياضى
« ريمون » واضع أسس الهندسة اللاإقليدية . هذه هى نظرية الجذب فى
النسبية بقدها وقديدها ، و يصير الجذب خاصية لإيجابية « الفراغ - الزمن »
و لا يبقى للنظرية غير صياغتها الرياضية المبنية على الهندسة الريمونية .

نعود الآن إلى خطأ التسمية فخطأ الفهم : إن « مبدأ تكافؤ الكتلة
القاصرة بالكتلة الجاذبة » هو خطاب واضح من الطبيعة عنوانه : « إن مسار
حركة الجسم فى مجال الجذب لا يعتمد على خواصه (قصوره) » ،
و مضمون الخطاب : « إن مجال الجذب يملك خواص مادية ذاتية يفرضها
على الجسم الحر ليتحرك خاضعاً لهذه الخواص بغض النظر عن قصور هذا
الجسم » ، و فى محاولة ركيكة لترجمة هذا المبدأ الطبيعى ، تم تعميم
مبدأ « النسبية » ليصير مبدأ « النسبية العامة » : حقيقة تكافؤ جميع هياكل
الرصد (بصرف النظر عن حركتها ، و مصدر هذه الحركة !) لكى يؤدى
إلى أن « الحركة العامة » تكافئ مجال « جذب عام » ، و لتشمل هذه
الترجمة عنوان الخطاب دون مضمونه ، فكانت الحيرة و الارتباك ، و سببهما
ركاكة التسمية ؛ فخطأ الفهم .

لقد استخلصنا من « النسبية الخاصة » : أن الحركة الخطية المنتظمة
لهياكل الرصد لا تؤثر على خواص « الفراغ - الزمن » الحر ، فما هو تأثير

الحركة الغير منتظمة سواء خطية ، أو غير خطية ؟ . منطقياً ، هناك فقط احتمالان لا ثالث لهما نصيغهما فيما يلي :

الأول : الحركة العامة تغير من خواص « الفراغ - الزمن »

(وهذا الاحتمال مبنى على أساس أنه إذا كانت الحركة الخاصة « الخطية المنتظمة » لم تغير ، فإن الحركة العامة تغير) .

الثانى : الحركة العامة لا تغير من خواص « الفراغ - الزمن »

(وهذا الاحتمال مبنى على أساس أن الحركة - سواء كانت عامة أو خطية منتظمة - لا تغير) .

بين هذين الاحتمالين تكمن جذور الخلط .

لقد سُميت نظرية الجذب باسم « النظرية النسبية العامة » تأسيساً على الاحتمال الأول ، ويتضح الآن المعنى من النظرية و من التسمية : إذا كان هيكل الرصد متحركاً حركة غير منتظمة ، أو غير خطية (لن نتعرض الآن لسبب هذه الحركة) ، فإن لديه ينشأ مجال جذب ، والجسيم الحر لديه يتحرك حركة غير خطية ، وغير منتظمة ، وأسس على ذلك مبدأ : أن الحركة « العامة » تكافئ مجال جذب « عام » ، وهذا ما تعنيه تسمية « النظرية النسبية العامة » ؛ فهل الحركة « العامة » تكافئ مجال جذب ؟ نعم ولكنه مجال جذب صناعى ناتج عن حركة هيكل الرصد الغير منتظمة ! ، ويمكن بسهولة التفريق بين مجال الجذب الصناعى و مجال الجذب الطبيعى .

إذا كان الاحتمال الأول قد تم اعتماده كأساس « للنظرية النسبية العامة » فإن للطبيعة كلمتها فى هذا الاختيار : هل يمكن اختيار حركة مهما كانت بحيث يتولد منها مجال جذب يكافئ مجال الجذب الطبيعى ! ؟ ، الإجابة لا وألف لا ، وبعبارة أخرى : هل مجال الجذب الطبيعى يمكن تقليده بأى حركة عامة ! ؟ ، الإجابة : لا وألف لا : إن مجال الجذب الطبيعى لا يمكن تقليده ، وهذا هو معنى الحقيقة الجوهرية السابق الإشارة إليها وهى أنه لا يمكن بأى حال إيجاد هيكل رصد يلغى مجال جذب طبيعى - ككل - أى أنه لا يمكن إيجاد هيكل رصد تؤول فيه حركة جسمين واقعين تحت تأثير مجال جذب طبيعى معاً إلى حركة خطية منتظمة ، فمثلاً : هل يمكن اختيار مرصد متحرك تؤول فيه حركتا كوكب الأرض وكوكب المشترى معاً حول الشمس إلى حركة خطية منتظمة ! ؟ ، من هنا يتأكد لنا أن الحركة العامة لاتولد مجال جذب طبيعى ، ويكون الاحتمال الأول هو خلط ، وعلى ذلك ينهار مبدأ تكافؤ الحركة « العامة » بمجال الجذب الطبيعى ، وتنهار معه تسمية « النظرية النسبية العامة » التى يقصد بها : نظرية الجذب ، ويكون الانهيار ناتجاً عن سوء التأسيس للنظرية نفسها .

و على المستوى الرياضى فإن الخلط تم على الاعتبار الآتية :

نفرض أن لدينا سطحين : الأول مستو (إقليدى) و الآخر كروى (ريمانى) .
إن مربع المسافة بين نقطتين قريبتين من بعضهما قريباً متناهياً فى الصغر ،

و منسوباً إلى إحداثيات واقعة بأكملها على السطح الكروي تعطى بالعلاقة :

$$ds^2 = g_{11} dx_1^2 + g_{12} dx_1 dx_2 + g_{21} dx_1 dx_2 + g_{22} dx_2^2 , \dots (2 : 3 - 5)$$

حيث " g_{ik} " (وفيها " i, k " تأخذ القيم 1, 2) - ويسمى الرابط (الممتد) الأساسى للهندسة اللاإقليدية - وهى كميات تعبر عن خواص وحقائق السطح الكروي ، ورياضياً لا يمكن بأى حال إيجاد إحداثيات موجودة بأكملها على السطح الكروي و تؤول فيها العلاقة السابقة إلى الصورة :

$$ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 , \dots (2 : 3 - 6)$$

هذه حقيقة رياضية لا لبس فيها ولا زيغ .

و لكننا نعلم أن مربع المسافة بين نقطتين متجاورتين على السطح المستوى و منسوبة إلى الإحداثيات الكرتيزية المتعامدة تعطى بالعلاقة :

$$ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 , \dots (2 : 3 - 7)$$

فإذا فرضنا أننا - على نفس السطح المستوى - قمنا بتغيير الإحداثيات الكرتيزية المتعامدة إلى إحداثيات عامة مثل الإحداثيات القطبية ، أو ماشابه ذلك فإن مربع المسافة بين النقطتين فى هذه الإحداثيات الموجودة بالكامل على السطح المستوى تؤول إلى الصورة :

$$ds^2 = a_{11} dx_1^2 + a_{12} dx_1 dx_2 + a_{21} dx_1 dx_2 + a_{22} dx_2^2 , \dots (2 : 3 - 8)$$

إن الخلط حدث عندما اعتُبرت العلاقة (5 - 4 : 3) تكافئ العلاقة (8 - 4 : 3) دون أخذ الحيلة و اعتبار حقيقة أن العلاقة (8 - 4 : 3) يمكن أن تؤول إلى العلاقة (7 - 4 : 3) لتعبر عن حقيقة أن السطح مستو ، في حين أن العلاقة (5 - 4 : 3) لا يمكن أن تؤول إلى العلاقة (6 - 4 : 3) تأكيداً لحقيقة أنها على سطح كروى عام ، وهذا هو مصدر الخلط على المستوى الرياضى ، بالإضافة إلى الخلط الطبيعى سالف الإشارة إليه .
و بين هذا الخلط يلزم إيضاح :

إن الحركة المطلقة لامعنى لها حيث لا مرجع لها ؛ فإذا كانت الحركة خطية منتظمة بين هياكل الرصد ؛ فإن حقيقة عدم إدراكها ذاتياً يولد التكافؤ التام بين هياكل الرصد الحرة : إنه « مبدأ النسبية » ؛ أما الحركة العامة لهياكل الرصد مع إمكانية « إدراك معدل التغير فى حركتها » يوهن من التكافؤ بينها ، و يصبح فى الإمكان التمييز بين الهيكل الحر و الهيكل ذات الحركة العامة (على الأقل بمسبب الحركة العامة مهما كان سبب هذه الحركة سواء كان سبباً صناعياً أو طبيعياً ، علاوة على أن التعبير : « إدراك معدل التغير فى الحركة » يؤكد بنصه أن الإدراك حدث للحركة النسبية لأن « معدل التغير » يعنى النسبية فى مضمونه) ، و باختصار فهذا يؤدى إلى : إن إدراك معدل التغير فى « الحركة العامة » لا يعنى إدراك حركتها المطلقة ، إنه يعنى إدراك حركتها بالنسبة للهيكل الأخرى : أى حركتها النسبية ؛ و بذلك فإن الحركة المطلقة سواء حركة عامة أو خاصة لا معنى لها حيث لا مرجع

لها ، و ليس فى ذلك ما يخلو عقد تكافؤ طبيعى بين هياكل الرصد الحرة
و الغير حرة .

إن « مبدأ تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » قد حير الفكر العلمى
طويلا ، فلقد كان مستعصيا على المنطق العلمى : كيف أن قدرة القصور
للمادة تكافئ قدرتها على الجذب ، على الرغم من الاختلاف البين بين مفهوم
القصور للمادة وقدرتها على الجذب ، و هذا الاختلاف يظهر ابتداء من
تعريف هاتين الظاهرتين ؟ .

إن مبدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » يجد فى الطبيعة
ترجمته فى العبارة التالية : « مسار أى جسيم فى مجال الجذب الطبيعى
لا يعتمد على كتلة الجسيم » .

و لإظهار غرابة ، و فى نفس الوقت تناغم هذا المبدأ مع ظواهر الطبيعة
فإننا نجد أن الاجسام جميعها - بصرف النظر عن كتلتها - تسقط بسرعة
واحدة فى مجال الجذب الطبيعى بمعنى : أن « فيل » و « ريشة عصفور » إذا
ألقيا من أعلى برج فإنهما يصلان (بعيدا عن مقاومة الهواء) إلى سطح
الأرض فى نفس اللحظة و بنفس السرعة ! أليس هذا بغريب ! ؟ .

لنفرض الآن أن هذا البرج مجهز بمصعد لنزول الزائرين ، و أن أبا
و ابنه : الطفل الصغير يريدان الهبوط بهذا المصعد ؛ ففى غياب مبدأ التكافؤ
هذا سيجد الأب - أثناء هبوطهما - نفسه واقفا على قدميه على أرضية
المصعد فى حين أن ابنه الصغير واقف فى الهواء وقد التصق رأسه بسقف

هذا المصعد ! ، إن هذا الموقف ينشأ في غياب مبدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » ، هنالك نشعر بأهمية هذا المبدأ ، و ليسقط «الفيل» مع « ريشة العصفور » بنفس السرعة و في نفس الوقت ، و يبقى لنا مبدأ تكافؤ القصور بالجذب ليبقى الأب وابنه قدماهما على أرضية المصعد . و هذا مانعني بتناغم « مبدأ تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » مع الطبيعة . إننا نريد القول : في غياب هذا المبدأ فإن الأمور ستختلط أشد الاختلاط ، و يمكن ضرب أمثلة لا حصر لها لذلك .

و من منظور إيجابية إطار « الفراغ - الزمن » ، فلقد أحسن العالم الطبيعي الروسي « ف . فوك » استقبال الطبيعة و قرأ خطابها بخصوص هذا المبدأ و استوعب فحواه و مضمونه ؛ فاتخذة نقطة انطلاقه لصياغة نظرية « الجاذبية » بدلا من مبدأ « النسبية العامة » : هذا المبدأ الذي لا يجد مأوى له في الطبيعة ، و لقد تم له صياغة هذه النظرية على الاعتبارات التالية :

إن النتيجة النهائية لـ « النظرية النسبية الخاصة » هي إظهار أن هندسة « الفراغ - الزمن » الحر - أى الخالي من المادة - هي الهندسة الإقليدية المستوية ، و أن حركة الجسم الحر في « الفراغ - الزمن » الحر تُظهر دون لبس انتظام هذا « الفراغ - الزمن » ، و تؤكد أن هندسته هي الهندسة الإقليدية المنتظمة ، في حين أن الحركة الغير منتظمة للجسيم الحر في مجال جذب في منطقة ما من « الفراغ - الزمن » تُظهر دون لبس حيود خواص هذه المنطقة عن الهندسة الإقليدية ؛ فإذا كان مسار الجسيم الحر في هذه

المنطقة لا يعتمد على خواص الجسم الذاتي كما يؤكد لها مبدأ التكافؤ ،
فإن فرضية أن الخواص الذاتية لهندسة « الفراغ - الزمن » في منطقة الجذب
الطبيعي الناشئة من وجود الكتلة الجاذبة هي خواص ريمونية لإقليدية تفرض
نفسها ، و تصبح حركة الجسم فيها خاضعة لهيمنة هذه الخواص .

هكذا بمنتهى السلاسة والبساطة تصاغ نظرية الجاذبية دون الحاجة إلى
مبدأ لا يجد ملجأ له في الطبيعة .

إن الخط السمتي (الجيوديسي) في الهندسة الريمونية يقابله الخط
المستقيم في الهندسة الإقليدية ؛ فكما نقول أن الخط المستقيم - في المستوى
الإقليدي - هو أسهل وأقصر مسار بين نقطتين ؛ فإن الخط السمتي هو أسهل
وأقصر مسار بين نقطتين على السطح الريموني (جزء من دائرة عظمى في
حالة الكرة مثلاً) . و في هندسة « الفراغ - الزمن » الحر حيث الخواص
الإقليدية ؛ فإن الجسم الحر يتحرك حركة منتظمة في خط مستقيم ؛ فتكون
الحركة الخطية المنتظمة هي التعبير عن أبسط وأسهل حركة للجسم الحر في
هذه الهندسة الإقليدية . و على نفس الوتيرة ففي هندسة « الفراغ - الزمن »
الريمونية حيث مجال الجذب الطبيعي (الناشئ عن كتلة طبيعية) ؛ فإن
أبسط وأسهل حركة للجسم الحر هي الحركة على الخط السمتي لهذه
الهندسة الريمونية ، و بإيحاء من مبدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة
الجاذبة » ؛ فإنه يمكننا القول بأن حركة الجسم الحر في مجال الجذب تكون
على طول الخط السمتي لهندسة هذا المجال الريموني ؛ فبذلك تتأكد
استقلالية و عدم اعتماد الحركة للجسم الحر على خواصه الذاتية (قصوره) ،

و يصير التناغم و التوافق بين ظاهرة الجاذبية مع « مبدأ تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » .

وأيضاً فمن منظور إيجابية إطار « الفراغ - الزمن » ، فإن القصور في « النسبية الخاصة » يرجع إلى إيجابية « الفراغ - الزمن » ، وها هنا فإن الهندسة اللاإقليدية لـ « الفراغ - الزمن » تظهر في الطبيعة كجاذبية فيكون القصور و الجاذبية وجهين لعملة واحدة هي خواص « الفراغ - الزمن » ، و يصير مبدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » هو تعبير الطبيعة عن إيجابية خواص « الفراغ - الزمن » ، و أن حركة الجسم الحر تعكس و تعبر عن إيجابية هذه الخواص .

إن مبدأ التكافؤ يقدم لنا أساساً منطقياً لنظرية الجذب باعتبار أن ظاهرة الجذب هي ترجمة لحيود هندسة « الفراغ - الزمن » عن الهندسة الإقليدية ، و في غياب مجال الجذب تؤول هندسة « الفراغ - الزمن » إلى الهندسة المستوية : تنتهي التناغم بين المبدأ و الطبيعة ، و ليس لنا من حاجة إلى مبدأ صناعي آخر لصياغة و تأسيس هذه النظرية : « نظرية الفراغ - الزمن و الجاذبية » .

إن تأسيس « النظرية النسبية العامة » على مبدأ تكافؤ الحركة العامة بمجال الجذب الطبيعي به من التلفيق مايسهل اكتشافه ، و هو أيضاً انزلاق و وقوع في شرك آخر من شرك الطبيعة المصرة على ستر نفسها ، علاوة على مايسببه - هذا المبدأ - من حيرة و ارتباك بل و خطأ فهم للنظرية نفسها .

و على الرغم مما يتوفر فى هذه النظرية من تفسيرات لبعض الظواهر الطبيعية التى عجزت أمامها نظرية الجذب النيوتونية و على رأسها : حقيقة تقدم (دوران) محور الأوج - الحضيض الشمسى للكواكب السيارة ، فيجدر الإشارة هنا إلى توافر تفسير لتلك الحقيقة من خلال « نظرية ميكانيكا الكم » و فى إطار « فراغ - زمن » جاليلى .

لقد حبتنا الطبيعة مجال جذب فريد ذا خواص مميزة ؛ فهو يركز قوته حول الكتلة المسببة له ، و ينتشر ، و يتوزع حولها فى تماثل و تناسق بديع فى الأبعاد الفراغية الثلاثة ، و يتلاشى تدريجياً كلما بعدنا عن مركز كتلته ، علاوة على أن تأثيره يسرى و يتخلل بلطف (بفضل مبدأ تكافؤ القصور بالجاذبية) ، و هذه كلها صفات لا نظير لها ، و ليس هناك غير تلك الأوصاف التى يتميز بها مجال الجذب الطبيعى ، ذلك إذا أردنا له أن يكون طبيعياً .

إن الصفة الأساسية لهذا المجال الطبيعى هو أنه يتلاشى تدريجياً فى الـ « ما لا نهاية » بعيداً عن الكتلة المسببة له ، و أى مجال جذب لا يملك هذه الخاصية ؛ فليس فيه من الطبيعية شىء .

إن نعت « العامة » فى تسمية « النظرية النسبية العامة » يعنى : تكافؤ مجال الجذب بالحركة النسبية « العامة » بين هيكلى رصد ، و نعت « العامة » فى تسمية « مبدأ النسبية العامة » يعنى : تكافؤ جميع هياكل الرصد ذات الحركة النسبية « العامة » ؛ وبهذا فإن هذا المبدأ يعرض أماننا و يقدم لنا عدداً لا نهائياً من مجالات جذب ناتجة عن عدد لا نهائى من احتمالات حركة

نسبية « عامة » بين هيكلى رصد ، و للاندھاش فيين العدد اللانھائى من مجالات الجذب هذه ، ليس هناك مجال واحد فيها يكافئ مجال الجذب الطبيعى ! فسبحان الله ! أى مبدأ هذا الذى لا يجد بين عدد لانھائى من احتمالاته احتمالا واحداً فى الطبيعة يؤويه :

إنه إذا مبدأ زائف ، تأسست عليه تسمية تلفيقية لتكافؤ غير طبيعى .

فى الفصل (١ - ٦) عندما عرفنا هيكل الرصد الحر ، ذكرنا بطريقة عارضة أن « المركبة الفضائية » المثلة لهذا الهيكل الحر ليس فيها أى معدات أو محركات دفع ذاتية ، وأنها تسبح حرة طليقة فى الفراغ الحر . إن معنى ذلك أننا إذا أردنا أن نوجد هيكل رصد بحركة « عامة » ؛ فإن علينا تزويد هذا الهيكل بمحركات قادرة على بث الحركة فى هذا الهيكل ، و تحريكه حركة « عامة » : أى أننا فى هيكل رصد ذات حركة صناعية ؛ فلا عجب أن يتولد عند هذا الهيكل مجال جذب صناعى ، و لا يمكننا منطقياً أو فلسفياً عقد تكافؤ بين مجال جذب ناشئ عن حركة عامة ، و مجال جذب طبيعى ، علاوة على أن زيف هذا المجال الصناعى تؤكد شروطه و مقاديره عند « ما لا نهاية » ؛ بالإضافة إلى ذلك و بالتأكيد : لا يمكن إيجاد مجال جذب صناعى على مستوى الأبعاد الفراغية الثلاثة ، ليكون مطابقاً و مكافئاً لمجال الجذب الطبيعى ؛ فأى حركة هذه التى يمكنها تقليد ذلك التماثل و التناسق المجسم لمجال الجذب الطبيعى ، فى ابعاد الفراغية الثلاثة ! ؟ .

لقد سبق و ذكرنا أن مجال الجذب الطبيعي يملك خواصاً فريدة من حيث التماثل و التناسق و التوزيع حول الكتلة المسببة له ، علاوة على لطف تخلله ، فهذه صفات مميزة لمجال الجذب الطبيعي ، و مرجعها أساساً تناغم « مبدأ تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » مع الطبيعة ليؤدى إلى حقيقة أن الجسم يتحرك على الخط السمتى لمجال الجذب ، و لييان ذلك : فلنفرض أننا ركاب « مركبة فضائية » قد بدأت متحركة حرة نحو مجال جذب طبيعى سببته كتلة فى الفراغ ؛ فإذا ركزنا اهتمامنا فقط - أثناء تعرضنا لهذا المجال ، أو دوراننا فى فلك تلك الكتلة المسببة للمجال - فيما يدور داخل « مركبتنا الفضائية » ، فإننا لن نشعر بتأثير هذا المجال ؛ و من لديه شك فى ذلك فإننا سكان كوكب الأرض نمارس و نتعرض لهذه التجربة كل لحظة ؛ فإننا ندور فى فلك جاذبية كتلة الشمس ؛ فمن منا شعر بهذه الجاذبية ؟ فشكراً لمبدأ « تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة » المؤدى إلى الحركة على الخط السمتى لهندسة مجال الجذب . تفسير ذلك من الوجهة الرياضية يمكن فهمه بسهولة ؛ فكما أنه من الممكن عند أى نقطة على أى منحنى أن نرسم خطاً مستقيماً مماساً لهذا المنحنى ، معنى ذلك أن المماس و المنحنى يتطابقان تماماً عند نقطة التماس ، و يقال رياضياً : إن المنطقة المتناهية فى الصغر الموجودة على المنحنى و المحيطة بنقطة التماس تنطبق خواصها على خواص الخط المستقيم ، وكذلك فإن أى سطح كروى يمكن إيجاد المستوى الذى يمسّه عند أى نقطة فيه ، و يقال رياضياً : إنه عند أى نقطة على سطح كروى

فإن المنطقة المتناهية فى الصغر المحيطة بهذه النقطة على السطح الكروى تنطبق خواصها على خواص المستوى المماس : أى أن فى المنطقة المتناهية فى الصغر عند نقطة التماس تظهر خواص الهندسة الإقليدية المستوية ، أليس لهذا السبب و هذه الخاصية ظلت حقيقة كروية الأرض خافية على سكانها ؟ ! ، ببساطة لأن إمكانياتهم فى ذاك الوقت كانت قادرة فقط على دراسة و فحص المنطقة الصغيرة المحيطة بهم . و فى مجال الجذب - و من فهم نظرية الجذب على أنها خواص هندسة « الفراغ - الزمن » - يقال إذا : عند أى لحظة فى « المركبة الفضائية » الحرة المتواجدة فى مجال جذب ؛ فإنه فى المنطقة المحيطة (أى حدود « المركبة الفضائية » أو زد قليلا) تنطبق الخواص الهندسية لـ « الفراغ - الزمن » على الخواص المستوية الإقليدية و تلك مشتقات و نتائج رياضية - لا زيف و لا لبس فيها - نابعة و ملازمة للحركة على الخط السمتى لهندسة هذا المجال : أى أننا فى حدود المنطقة الصغيرة حول و داخل المركبة السابحة حرة فى مجال الجذب نكون فى مجال ذات خواص هندسية إقليدية مستوية : أى أننا متحررون من الجاذبية تأكيداً على لطف تخللها ، و التجارب ماثلة أمامنا : فإن أردت أن تمارسها فما عليك سوى الهبوط بمصعد يتحرك إلى أسفل برج بعجلة الجاذبية الأرضية ، على أن تزود أرضيته بميزان لقياس ضغط وزنك عليها أى قياس قوة جذب كتلة الأرض لك (كلنا قد تعرض لهذه المسألة الرياضية النظرية أثناء دراسته للديناميكا) ؛ فماذا تكون النتائج ؟ ، لقد تلاشى ضغط

الوزن على أرضية المصعد عند هبوطه بعجلة الجاذبية : إنه التحرر من الجاذبية ؛ فإذا لم يكن لديك الشجاعة الكافية لممارسة هذه التجربة عملياً - ولك طبعاً العذر فى ذلك ؛ فالهبوط بعجلة الجاذبية هو فى الواقع إلقاء النفس من أعلى البرج - فقطعاً يمكنك مشاهدة أجهزة التليفزيون للتمتع برؤية رواد الفضاء داخل مركبتهم الفضائية وخارجها فى المنطقة المحيطة بها ، إن حقيقة كون مركبتهم فى فلك تسبح حول الأرض لهو إثبات قاطع بأن مركبتهم الفضائية لا تزال أسيرة جاذبية الكرة الأرضية ، ومع ذلك فإننا نراهم داخل وخارج مركبتهم الفضائية سابحين متحررين من الجاذبية ؛ فبالنسبة لهم : إنهم فى منطقة ذات خواص هندسية مستوية : إنهم خاضعون للحركة الحرة على الخط السمتى لهندسة « الفراغ - الزمن » فى مجال الجذب ، وها هو مبدأ التكافؤ يظهر متناغماً مع الطبيعة فى أحلى صورة ليظهر خفاء و لطف تخلل تأثير مجال الجذب الطبيعى ؛ فأين هذا من مبدأ تكافؤ مجال الجذب بالحركة « العامة » ؟ : فكلنا مارسَ أثناء تحرك القطار ، أو وقوفه الإجراءات الاحتياطية الواجبة لتفادى تأثير مجال الجذب الصناعى الناشئ عن الحركة « العامة » ، وكلنا كركاب طائرة مارسَ نفس الشئ عند إقلاع الطائرة حيث ضرورة ربط الأحزمة و الاحتياطات الواجبة لتفادى تأثير الحركة « العامة » و المجال « الصناعى » الناشئ عنها ، أما الادعاء بأن هذه الإجراءات تحدث فقط عند الإقلاع و الهبوط فمردود عليه : فإن الحركة « العامة » و المجال « الصناعى » هما فقط عند

الإقلاع و الهبوط ، وفيما بينهما فمفروض حركة خطية منتظمة : إنها حقيقة الفرق بين مجال الجذب الطبيعي و مجال الجذب الصناعي .

إن حقيقة ملازمة الخواص الإقليدية المستوية للمنطقة المحيطة بلحركة على طول الخط السمتى فى مجال الجذب الطبيعى قد يكون فيها موضع الشُّرْكُ للانزلاق إلى ضلال « مبدأ النسبية العامة » . و لتوضيح و تبسيط معنى هذه العبارة ، لنعد الى ركاب « المركبة الفضائية » السابحة حرة فى مجال جذب طبيعى ، و بكونهم مهتمين و منكبين - فقط - على ما يدور فى مركبتهم و المنطقة المحيطة بها ، فإن مصاحبة الخواص الإقليدية المستوية لـ « الفراغ - الزمن » لهم - اثناء حركتهم فى مجال الجذب - فيها مدعاة لظنهم بأنهم اصحاب هيكل رصد « حر » يطابق هيكل الرصد المشار اليه فى بند (١ : ٢) ، فيعتقد لهم « مبدأ النسبية العامة » : تكافؤ جميع هياكل الرصد تأسيسا على ظنهم هذا ، اما اذا اهتموا ، و نظروا الى الافق كيف تكون حركة الجسيم الحر فيه ، فسيتضح لهم إنه الحق : إنه الاختلاف البين بين هيكل رصدهم والهيكل الحر فى « الفراغ - الزمن » الحر : إنه زيف « مبدأ النسبية العامة » .

فى هذا المقام تبقى لنا نقطة نريد أن نشير إليها - ليس لأهميتها و لكن - لنختتم بها هذا الفصل المثير عن قصة الجاذبية : لقد كانت إحدى قصص الخيال العلمى تدور حول الرغبة فى التخلص من تأثير الجاذبية

بوسائل صناعية ، وجاء مبدأ تكافؤ مجال الجذب الصناعى الناشئ عن الحركة العامة بمجال الجذب الطبيعى ، وأحيا الأمل فى الوصول إلى هذا الحلم ، ربما عن طريق توليفة حركة « عامة » ليتولد عنها مجال صناعى يلغى تأثير المجال الطبيعى :

إن الفكرة خاطئة و المبدأ مزيف و الهدف مستحيل ؛

فإذا أراد إنسان أن يتحرر و يلغى تأثير مجال الجذب الطبيعى حوله [هناك فرق بين أن تلغى و تتحرر من مجال جذب و بين أن تتخلص منه بمعنى أن تهرب ؛ فالهروب طبعاً ممكن بصاروخ !] ؛ فهناك سبيل واحد لذلك هو : أن يلغى بنفسه حركاً فى هذا المجال ، و أن يستسلم سابحاً فيه خاضعاً لخواصه .

و تلخيصاً : لقد تم تلفيق « النظرية النسبية العامة » و يقصد بها نظرية « الفراغ - الزمن و الجاذبية » على متن مبدأ زائف هو : مبدأ « النسبية العامة » لتقنين تكافؤ غير طبيعى بين مجال الجذب الصناعى الناشئ عن حركة عامة بمجال الجذب الطبيعى الناشئ عن كتلة جاذبة . و لكن انطلاقاً من المبدأ الطبيعى لتكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة (و فى إطار فرضية إيجابية خواص « الفراغ - الزمن ») أمكن تأسيس نظرية الجذب باعتبارها انعكاساً للخواص اللاإقليدية لهندسة « الفراغ - الزمن » ليطلق عليها : « نظرية الفراغ - الزمن و الجاذبية » تأكيداً و انعكاساً لإيجابية « الفراغ - الزمن » .

وفي النهاية ، لقد انهار الاحتمال الأول :

• أن تؤدي الحركة العامة إلى تغير في خواص « الفراغ - الزمن » ،

ويبقى لنا الاحتمال الثاني المؤدى إلى أن الحركة العامة لا

تغير من خواص « الفراغ - الزمن » . أليس في ذلك مدعاة للشك في

مصادقية إيجابية الحركة « الخاصة » على خواص « الفراغ - الزمن » ؟ ! •

* * *

الخلاصة :

إن « النظرية النسبية الجاليلية » القائمة على مبدأ تكافؤ مجموعات الرصد الحرة بأنيتها السيادية المطلقة حيث المادة طليقة حرة و قصورها خاصية ذاتية فيها ، قد تم تشويهها بإحلال فكرة « الفراغ النيوتوني المطلق الساكن » ليحل محل مجموعات الرصد الحرة الطبيعية ، وكان ذلك تحت ضغط الحاجة إلى وسط حامل للموجات الكهرومغناطيسية .

وفي نهاية القرن التاسع عشر ، و بناءً على النتائج السلبية لـ « تجربة ميكلسون و مورلي » تم صياغة ما يعرف بـ « مبدأ ثبات سرعة الضوء » ؛ فتم التخلي عن فكرة « الفراغ النيوتوني المطلق الساكن » ، و بإيحاء من تسمية هذا المبدأ ، و مع إغفال طبيعة الضوء الموجية انبثقت « النظرية النسبية الخاصة » ؛ فكان - مرة أخرى من جهة أخرى - تشويه « النظرية النسبية الجاليلية » بإدخال فرضية « نسبة الآنية » لتحل محل « الآنية المطلقة » كضرورة لتفسير و تبرير « ثبات سرعة الضوء » بين هياكل الرصد الحرة ؛ و بذلك فإن « النظرية النسبية الخاصة » تعتبر إعادة صياغة إطار « الفراغ - الزمن » الجاليلي ، وكان ذلك من خلال « تحويلات لورانتز » لتحقيق مبدأ ثبات سرعة الضوء ؛ فانبثق تلقائياً مبدأ « تكافؤ الكتلة بالطاقة » كخاصية كيناماتيكية لهذه التحويلات ؛ فقُيدت المادة و فرض قُصورها و حُدَّت سرعتها :

إنها نظرية إيجابية « الفراغ - الزمن » .

إننا أمام الاختيار بين فاعلية المادة فى إطار نسبية « جاليليو » ، أو فاعلية « الفراغ - الزمن » فى إطار « النسبية الخاصة » .

و بهدف تيسير الاختيار دعنا نقوم بتلخيص وإعادة توضيح الحقائق الأساسية لـ « النسبية » :

* مبدأ التكافؤ الكونى : حقيقة دوام تكافؤ كافة نقاط فراغ الكون و آنتيتها ، و قد وجد فيه « مبدأ النسبية » قاعدته الأساسية ، و تعتبر النتائج الإيجابية لـ « تجربة ميكلسون و مورلى » تحقيقاً عملياً له .

* مبدأ النسبية : حقيقة تكافؤ هياكل الرصد الحرة ، و يعتبر قانون نيوتن الأول ترجمة صريحة له .

* مبدأ دوبلر : حقيقة إزاحة مستويات الطاقة نتيجة للحركة النسبية : إنه حقيقة استجابة (إيجابية) قصور المادة للحركة النسبية .

* مبدأ ثبات انتشار الطاقة : و تأسس على التحقق العملى التجريبي من ثبات سرعة كافة ألوان الضوء الطبيعية ؛ فيتحقق بذلك ثبات كافة ألوان (طاقات) الضوء بين هياكل الرصد الحرة .

* مبدأ قصور الطاقة : و قد تم تحقيقه معملياً قبل نهاية القرن التاسع عشر (أى قبل ميلاد النظرية النسبية الخاصة ، حيث تم صياغته دون اللجوء إلى فرضيتها) ؛ و نفهمه - من منظور « النسبية » - على أنه بيان من الطبيعة بخصوص إظهار استجابة (إيجابية) المادة للحركة النسبية .

فى أثناء محاولتنا - فى هذا الكتاب - التنسيق و التوفيق بين هذه المعطيات حيث حقيقة أن حركة المادة هى طاقة فلا يمكن دراسة حركة المادة فى معزل عن قصور طاقة حركتها ، سواء كانت هذه الدراسة من خلال :

• قانون نيوتن الثانى : المؤهل لدراسة حركة الجسم المادى المتمايك ،
أو

• « مبدأ دوبلر » : المؤهل لدراسة إزاحة مستويات الطاقة ،

فاستبطننا « قانون الجمع للسرعات » : المترجم والمعبر عن « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » بين هياكل الرصد الحرة ، و المتوافق فى ذات الوقت مع « مبدأ النسبية » ، وكان ذلك فى إطار « نسبية جاليليو » حيث الآنية سيادية مطلقة .

فإذا تمسكنا بقانون بقاء حركة مركز ثقل القصور بين هياكل الرصد - وهذا يعنى التمسك بفكرة الجسم الصلب المتمايك - فإن كيناماتيكنا « قانون الجمع للسرعات » تفقدنا من خلال « مبدأ النسبية » إلى « تحويلات لورانتز » ، و يصير القصور خاصية كيناماتيكية لهذه التحويلات ؛ و بذلك فإن مدى الاحتياج لفرضية « نسبية الآنية » كان استكمالا لعقد تكافؤ الكتلة بالطاقة ليشمل خاصية الحركة وصولا إلى « مبدأ تكافؤ الكتلة بالطاقة » ، تكافؤ بمعناه و نصه .

إن ثقل قيد هذا التكافؤ ، و مايتطلبه فى معالجة قصور طاقة حركة الجسم بنفس كيفية معالجة قصور كتلة الجسم الطبيعية - و على وجه الخصوص التمسك بقانون بقاء حركة مركز ثقل القصور الكلى ، و الاحتفاظ

بهذا المركز واحداً في جميع هياكل الرصد - جعل فرضية « نسبية الآنية » حتمية لا مفر منها لاستيعاب هذا التكافؤ ، بل قل لإنتاجه ، و كان ذلك على حساب خواص « الفراغ - الزمن » :

إنها « النظرية النسبية الخاصة » : نظرية إيجابية إطار « الفراغ - الزمن » .

إن هذا التكافؤ - و على وجه التحديد في خاصية الانتقال بين الكتلة و الطاقة - أمر لا تؤيده الظواهر الطبيعية و لا يقبله المنطق ، و من ثم يرفضه الإدراك البشري ، و بالرغم من ذلك سَحَبَ هذا التكافؤ ليشمل الفراغ بالزمن ليشكلا و يجسدا معاً متصلا ذا أربعة أبعاد في ظل مفهوم « النسبية الخاصة » .

أما بتخفيفنا لثقل هذا القيد بقصر التكافؤ هذا على خاصية القصور دون الحركة ، مع إمكانية إعادة تصور و فهم الجسيم المادى و قصوره ، ليشمل مع انطلاقات ازدواجية المادة ؛ فهذا يقودنا إلى تصور و فهم الجسيم الساكن على أن له تردداً هو مقياس لقصوره الساكن (التردد الطبيعي للجسيم) ، و يؤخذ هذا التردد نواة لاستجابة المادة للحركة النسبية ؛ حيث ينفعل معها حسب « مبدأ دوبلر » ليعطى التردد الكلى المعبر عن القصور الكلى للجسيم ؛ فبذلك تستكمل فرضية إيجابية المادة أركانها ، و يصير « ثبات انتشار الطاقة » راجعاً إلى إيجابية المادة خاضعاً لسيادة « الآنية المطلقة » فى ظل « نسبية جاليليو » .

و باختصار : إنه الاختيار بين « نسبية جاليليو » أو « النسبية الخاصة » ، و مدى الحاجة لتحل « نسبية الآنية » محل « الآنية المطلقة » فى تأسيس

تكافؤ هياكل الرصد الحرة - اى تحقيق « مبدأ النسبية » - مع تحقيق « مبدأ ثبات انتشار الطاقة » ، وصياغة علاقة الكتلة بالطاقة ، ومدى تكافهما :

إنه الاختيار بين فرضية « نسبية الانية » : تلك الفرضية التى تمس مفهوم فكرة « الزمن » الذى بدوره لا علم ولا يقين لنا به ؛ وفرضية « نسبية تردد الطاقة » هذه الفرضية التى تعتبر - من منظور « مبدأ النسبية » - انعكاساً مباشراً لحقائق طبيعية : « مبدأ دوپلر » و « مبدأ قصور الطاقة » :
إنه الاختيار بين « إيجابية الفراغ - الزمن » ، أو « إيجابية المادة » .

* * *

إن علم الرياضة يمكنه صياغة نظرية متكاملة تحقق أكبر قدر ممكن من التناغم ، لكن ليس بالاحتم أن تكون نظرية معبرة تعبيراً حقيقياً متطابقاً مع النظام الفعلى الموجود فى الطبيعة ، وإن كانت قوانينها - أى القوانين الرياضية النظرية - ذات تكامل بديع علاوة على أن نتائج معملية قد تتحقق فى إطار ووفق تلك القوانين ، و الأمثلة على ذلك ممكنة ، و لكن يبقى للعقل البشرى حسن إدراكه و ملكة تصوره و منطق اختياره ، و هذا هو التحدى الحقيقى للعقل البشرى . أليس قانون التربيع العكسى لنيوتن الذى بنى عليه نظرية جذبه نموذجاً و مثالا فاضحاً لذلك ! ؟ ، ألم ينم عن عجزه فشل هذه النظرية أمام حقيقة : تقدم (دوران) محور الأوج - الحضيض الشمسى للكواكب السيارة ! ؟ ؛ و على نفس القانون أرسيت مبادئ علم الضوء ، و عليه أيضاً تأسست قوانين الكهرباء و المغناطيسية : أعمدة قوانين ماكسويل للمجال الكهرومغناطيسى ، و أفشى و هن هذه القوانين حقيقة اختلاف سرعة ألوان الضوء فى الوسط المادى الواحد! ، أمن العدل إذاً تنصيب هذه القوانين قاضياً و جلاداً لـ « نسبة جاليليو » ! ؟ .

إن التاريخ يعيد نفسه ؛ فكما أن « ماكسويل » صاغ قوانين المجال الكهرومغناطيسى على فرضية خاطئة - هى وجود الإثير كوسط حامل للموجات الكهرومغناطيسية يملأ هذا الفراغ النيوتونى المطلق الساكن - فإن صاحب نظرية الجذب « العامة » قد صاغ نظريته على متن مبدأ زائف هو : « مبدأ النسبية العامة » لتلفيق تكافؤ (غير طبعى !) لمجال الجذب بالحركة

العامة لتقنين نظرية الجذب لديه ؛ فأطلق اسم « النظرية النسبية العامة » على ما يقصد به نظرية « الفراغ - الزمن و الجاذبية » .

إن علم الرياضة هو آلية تداعيات المنطق ، ولكن للطبيعة تدبيراً ومراداً ولها مكرها ووسائلها لستر مكنونها . ولقد اتخذت من « مبدأ دوبلر » ساتراً لحقيقة قصور طاقتها ، وهاهى تتخذ من مبدأ تكافؤ الكتلة القاصرة بالكتلة الجاذبة سبيلاً للكشف عن مكنون جاذبيتها .

* * *

تم بحمد الله وعونه

الاسكندرية فى سبتمبر ١٩٩٤

خاتمة :

بحمد الله تم كتابنا هذا ، وكان محوره تساؤلا يدور - و لا يزال - حول
إيجابية المادة أو إيجابية الإطار الحاوى لها .

و لقد تبنت النظرية النسبية « الخاصة » فرضية إيجابية إطار
المادة وحركتها : « الفراغ - الزمن » ، وتم لها ذلك فى صياغة رياضية
مثيرة متكاملة بديدة مذهشة تحسد عليها .. ! .

و لاندعى أننا طرقنا سبيلا جديداً غير مسبوق بهذه التساؤلات بل إنها
كانت - و لا تزال - تساؤلات فلسفية من الطراز الأول ، وكان لها صدق
صارخ على مر الزمان .

إن جذور هذه التساؤلات جميعها ، توحى بأنها تخرج من مشكاة
واحدة .. ؛ وأقرب نموذج يشابه نموذجنا فى هذا الكتاب - و لا عجب أن
يكون أيضاً مرتبطاً بالطاقة - هو النموذج الذى يظهر لنا فى دراسة
«الديناميكا الحرارية» : فيها هو قانونها الأول ينص على بقاء الطاقة ، أما
قانونها الثانى ؛ فالله وحده أعلم بأمره ... و مكنونه و بما يحيط به من أسرار
و نظام .. ، فهو ينظم و يحدد انتقالات الطاقة وكفاءتها من مستوياتها
الحرارية المختلفة ؛ و يضع سياجه على الطاقة بطريقة محكمة معجزة ...،
و أقصى مايمكننا التشدد به هو : بدون هذا القانون الطبيعى المحكم
لارتبكت الأمور و اشتد الاختلاط ... !! . إن نقطة اهتمامنا فى « الديناميكا

الحرارية ، تنحصر فى درجة حرارتها « الدنيا » التى تحددت و عينت و أطلق عليها درجة « الصفر المطلق » ، فمن تسميتها يفهم أنها درجة الحرارة « الدنيا » لهذا الكون ، فهل هذه الدرجة خاصة ترجع إلى خواص المادة فى هذا الكون ! ... ، أم أنها خاصة تُفرض على المادة ! ؟ ... ، بمعنى :

أنه إذا جننا بمادة ذات خواص مختلفة عما نألفه فى المادة الحالية لهذا الكون ، فهل درجة الحرارة الدنيا لهذا الكون تبقى هى نفسها الدرجة « الدنيا » : الصفر المطلق نفسه ! ؟ ، و هل حدد الكون درجة حرارته الدنيا... ، و لم يحدد درجة حرارته القصوى ؟ : أى قاع بلا سماء ! ؟ ، وإذا كان الكون قد حدد درجة حرارته « الدنيا » ، فلماذا تم صياغتها بمعلومية ثوابت مادته و من خلال خواصها ! ؟ •

إننا مرة أخرى و فى مجال آخر أمام نفس التساؤل :

فاعلية المادة ، أم فاعلية الإطار الحاوى لها ! ؟.... ، أم أننا أمام وجهين لحقيقة واحدة : فعل كن ، فكانت من اللاشئ و فى اللاشئ ! سبحانك ! ما خلقت هذا باطلا ، لقد رأينا آياتك فى الآفاق .. ! ولم نفهمها ! .. إنا جاهلون ... و انك رؤوف رحيم ، فلم تكلفنا إلا وسعنا •

ربنا فزدنا بفضلك من علمك ... حتى يتحقق مرادك فى خلافة الأرض ... ويتم لها زخرفها •

* * *

ملاحق الكتاب

- ١ - قصور الطاقة
- ٢ - القصور الكلى لجسيم متحرك
- ٣ - العلاقة بين الطاقة الكلية وكمية الحركة
- ٤ - المتطابقة الرياضية للمعاملات
- ٥ - العلاقة التحويلية لكمية الحركة بين هيكل الرصد
- ٦ - العلاقة التحويلية للطاقة الكلية بين هيكل الرصد
- ٧ - قاعدة الجمع التركيبي للسرعات
- ٨ - اشتقاق « تحويلات لورانتز » من قاعدة الجمع للسرعات
- ٩ - قانون السرعة العرضية
- ١٠ - علاقة « تأثير دوبلر » اشتقاقاً من « تحويلات جاليليو »
- ١١ - علاقة « تأثير دوبلر » اشتقاقاً من « تحويلات لورانتز »
- ١٢ - علاقات مبنية على « تأثير دوبلر »
- ١٣ - « قانون الجمع للسرعات » اشتقاقاً من « تأثير دوبلر »
- ١٤ - رياضيات المجال الكهرومغناطيسى بين هيكل الرصد
- ١٥ - شرط سيادية معادلة الموجة لـ « شرودينجر » ذات البعد الواحد
لحركة جسيم تحت تأثير « تحويلات جاليليو »

ملحق رقم (١)

قصور الطاقة

القصور صمد الظواهر الطبيعية كلها وركيزة القوانين الميكانيكية ؛
والعلاقة التي تربط الطاقة بقصورها يمكن استنباطها - كما يجب أن
تكون - على أسس ومفاهيم القوانين الميكانيكية ، ومما هو جدير بالملاحظة
أن استنباط تلك العلاقة - من منظور القوانين الميكانيكية التقليدية - قد تم
على يد صاحب « النظرية النسبية الخاصة » ، ولم يستخدم فيه أى فرضية
من فرضيات نسبته « الخاصة » .

لقد صار واضحاً ، فى نهاية القرن التاسع عشر ، حقيقة أن الضوء
الواقع على أى سطح يولد ضغطاً ؛ ولقد وُجد بالتجربة أن كمية الحركة
المنقولة إلى سطح معين نتيجة لسقوط ومضة ضوئية عليه تعطى بالعلاقة :

$$P = \frac{E}{c} , \dots\dots\dots (1-1)$$

حيث " E " هى طاقة الومضة الضوئية ، " c " هى سرعة الضوء ؛ هذه
الحقيقة أكدتها تجارب عام (١٨٩٠) ، وتم التحقق منها بدقة كبيرة عام
(١٩٠١) ، فإذا ما أضيفت هذه الحقيقة التجريبية إلى بدهيات ومفاهيم
النظرية الميكانيكية النيوتونية ؛ فإننا نصل بالمثل النظرى التالى إلى صياغة
قانون قصور الطاقة :

إذا كان لدينا أنبوبة طولها " L " وكتلتها " m " ، ويوجد عند طرفيها جسيमान : (أ) عند الطرف الأيمن ، و (ب) عند الطرف الأيسر ، وكان الجسييمان متماثلين تماماً ، وعلى وجه الخصوص من حيث كتلتيهما (قصورهما) فإذا فرضنا أن الجسيم (أ) لديه قدر من الطاقة (و لتكن على صورة طاقة حرارية) مقدارها " E " ؛ وأن الجسيم (أ) قادر على إطلاق هذه الطاقة صوب الجسيم (ب) بصورة طبيعية ، كما أن الجسيم (ب) قادر هو الآخر على إمتصاصها بصورة طبيعية ؛ فحسب القانون الثالث لنيوتن : فإن أى جسم يشع طاقة يتعرض لضغط عكسى نتيجة لإطلاقه الطاقة تماماً كرد فعل إطلاق قذيفة من مدفع ؛ كما أن أى جسم يمتص طاقة يكتسب كمية حركة تماماً ككرة متعرضة لركلة قدم . لنفرض أن كمية الحركة التى أطلقها الجسيم (أ) هى " P " فتكون قد انتقلت إلى جدار الانبوبة الأيمن فجعلها تتحرك ناحية اليمين بسرعة " u " فتكون :

$$P = mu \quad , \quad \dots\dots\dots (1 - 2)$$

فإذا كانت سرعة انتشار الطاقة هى " c " ؛ فإن الزمن اللازم لـ « كم » الطاقة للوصول إلى الجسيم (ب) هو :

$$t = \frac{L}{c} \quad , \quad \dots\dots\dots (1 - 3)$$

و من بديهيات المنطق : فرض أن ميكانيكا بث الحركة فى الأنبوبة نتيجة لضغط الجسيم (أ) على جدارها الأيمن يتساوى مع ميكانيكا إخماد الحركة فيها نتيجة لضغط الجسيم (ب) على جدارها الأيسر ، ولكن بداية زمن بث

الحركة سبق بداية زمن إخمادها بفترة زمنية مقدارها زمن وصول الطاقة من

$$(أ) \text{ إلى } (ب) \text{ أى بفترة قدرها : } t = \frac{L}{c},$$

تكون الأنبوبة خلالها قد انتقلت إلى اليمين مسافة مقدارها (x) تعطى بالعلاقة :

$$x = u t , \dots\dots\dots (1 - 4)$$

ومن العلاقتين (1 - 2) ، (1 - 3) فإن العلاقة (1 - 4) تكتب على الصورة :

$$x = \frac{PL}{mc} , \dots\dots\dots (1 - 5)$$

لقد تمت عملية داخلية بالأنبوبة { نقل طاقة مقدارها " E " من (أ) إلى (ب) } نتج عنها حركة إجمالية للأنبوبة نفسها دون تأثير أى قوى خارجية ، فمن منظور القوانين الميكانيكية فإن مركز ثقل (قصور) الأنبوبة بمكوناتها : (أ) و (ب) لا يمكن أن يتحرك وإلا لكان فى ذلك إنهاء لأساسيات وبدهيات هذه القوانين ، ويكون الحل الوحيد المتاح أمامها للخروج من هذا التناقض هو الفرضية المنطقية : للطاقة قصور تم نقله من (أ) إلى (ب) نتج عنه نقل الأنبوبة مسافة (x) إلى ناحية اليمين ، وبغير هذه الفرضية لا يمكن أن يستقيم المنطق ؛ لذلك سنفرض أن كمية الطاقة " E " المنقولة من (أ) إلى (ب) لها قصور قدره " m " ، وحسب قواعد القوانين الميكانيكية النيوتونية ومبدأ بقاء كمية الحركة المسيطر فى هذه

القوانين ؛ فإن كمية حركة الانبوبة تساوى و تضاد كمية حركة الطاقة ذات القصور " m " ، أى :

$$mu = mc , \dots\dots\dots (1 - 6)$$

و بالتعويض من (1 - 3) ، (1 - 4) فى العلاقة (1 - 6) نحصل على :

$$x = \frac{mL}{m} , \dots\dots\dots (1 - 7)$$

و بما أن المسافة فى العلاقة (1 - 5) هى نفسها المسافة فى العلاقة (1 - 7) فإن :

$$\frac{PL}{mc} = \frac{m L}{m}$$

و منها ينتج أن :

$$p = mc , \dots\dots\dots (1 - 8)$$

و باستخدام العلاقة (1 - 1) للتعويض فى (1 - 8) نحصل على :

$$E = mc^2 , \dots\dots\dots (1 - 9)$$

و هذا هو ما يطلق عليه قانون القصور للطاقة •

و بإختصار : لقد أثبتت التجربة أن للطاقة كمية حركة خاضعة للعلاقة

رقم (1 - 1) فيصبح قصور الطاقة بدهية من بدهيات الميكانيكية النيوتونية

التقليدية و تحكمه العلاقة (1 - 9) •

* * *

ملحق رقم (٢)

القصور الكلى لجسيم متحرك

إذا كان لدينا جسيم كتلته الاستاتيكية الساكنة الطبيعية هي " m_0 " ، فبطبيعة الحال يكتسب طاقة عندما يتحرك ، و حيث أن للطاقة قصورا ، فإن طاقة حركته المكتسبة تعنى زيادة فى قصوره ، و يصير القصور الكلى للجسيم المتحرك هو قصور كتلته الساكنة مضافا إليها قصور طاقة حركته ، وللحصول على الصياغة الرياضية للقصور الكلى للجسيم المتحرك ، فإننا نستخدم قانون نيوتن الثانى بأخذ زيادة القصور نتيجة للحركة فى اعتباره ؛ فإذا فرضنا أن هناك قوة " F " تؤثر على الجسيم ، فحسب القانون الثانى لنيوتن فإن :

$$F = \frac{d}{dt} (m u) , \dots\dots\dots (2 - 1)$$

حيث " m " عبارة عن القصور الكلى للجسيم .

فإذا افترضنا أن الجسيم قطع مسافة قدرها (dx) خلال فترة زمنية قدرها (dt) ، فهذا معناه أن سرعته " u " تعطى بالعلاقة :

$$u = \frac{d}{dt} (x) , \dots\dots\dots (2 - 2)$$

و بضرب طرفى العلاقة (2 - 1) فى (dx) فإننا نحصل على :

$$F \cdot dx = \frac{d}{dt} (m u) \cdot dx , \dots\dots\dots (2 - 3)$$

ومنها وبأستخدام (2 - 2) فإن :

$$F \cdot dx = u \cdot d(mu) , \dots\dots\dots (2 - 4)$$

و الطرف الأيسر فى العلاقة رقم (2 - 4) هو الشغل المبذول تحت تأثير القوة " F " خلال المسافة (dx) ، وبإجراء التكامل للطرفين فإن :

$$\int_0^u F \cdot dx = \int_0^u u \cdot d(mu) , \dots\dots\dots (2 - 5)$$

و الطرف الأيسر فى العلاقة (2 - 5) هو الشغل المبذول للوصول بالجسيم لسرعته " u " ومنها فإن :

$$WORK = \int_0^u u \cdot d(mu) , \dots\dots\dots (2 - 6)$$

إن هدفنا الحصول على دالة الكتلة (القصور الكلى) للجسيم بمعلومية سرعته ؛ فإننا كتقريب أول نفرض أن هذا القصور هو : " m₀ " ، أى القصور الساكن ، فنحصل على :

$$WORK = m_0 \cdot \int_0^u u \, du ;$$

$$= \frac{1}{2} m_0 \{ u^2 \}_0^u$$

$$= \frac{1}{2} m_0 \cdot u^2$$

وهذه هى طاقة الحركة للجسيم كتقريب أول وحسب قانون قصور الطاقة يصير قصورها هو :

$$\frac{1}{2} m_0 \frac{u^2}{c^2}$$

و يكون قصور الجسم الكلى كتقريب أول هو :

$$m_1 = m_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} \right)$$

و بأخذ هذه الكمية للقصور و التعويض بها فى العلاقة (6 - 2) فإننا نحصل
كتقريب ثان على طاقة الحركة :

$$WORK = \int_0^u u \left\{ d \left(m_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} \right) \right) u \right\};$$

$$WORK = m_0 c^2 \int_0^u u \left\{ d \left(1 + \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} \right) \frac{u}{c^2} \right\}$$

$$WORK = m_0 c^2 \int_0^u u \left\{ d \left(\frac{u}{c^2} + \frac{1}{2} \frac{u^3}{c^4} \right) \right\};$$

$$= m_0 c^2 \int_0^u u \left\{ \frac{du}{c^2} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{1} \frac{u^2 du}{c^4} \right) \right\}$$

$$= m_0 c^2 \int_0^u \frac{u du}{c^2} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{1} \frac{u^3 du}{c^4} \right)$$

$$= m_0 c^2 \cdot \left\{ \frac{1}{2} \cdot \frac{u^2}{c^2} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \right) \left(\frac{u^2}{c^2} \right)^2 \right\}_0^u$$

$$= m_0 c^2 \left\{ \left(\frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{u^2}{c^2} \right)^2 \right\}$$

و هى طاقة الحركة كتقريب ثان و قصورها حسب قانون قصور

الطاقة هو :

$$= m_0 \left\{ \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \right) \left(\frac{u^2}{c^2} \right)^2 \right\} , \dots\dots\dots (2 - 9)$$

و يكون قصور الجسم الكلى كتقريب ثان هو :

$$m_2 = m_0 \left\{ 1 + \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \right) \left(\frac{u^2}{c^2} \right)^2 \right\} , \dots\dots\dots (2 - 10)$$

و بأخذ هذه الكمية للقصور و التعويض بها فى العلاقة (2 - 6) ، فإننا

نحصل كتقريب ثالث على طاقة الحركة :

$$\begin{aligned} WORK &= \int_0^u u \, d \left\{ m_0 \left\{ 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{u^2}{c^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \left(\frac{u^2}{c^2} \right)^2 \right\} \cdot u \right\} \\ &= m_0 c^2 \int_0^u u \cdot d \left\{ 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{u^2}{c^2} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \right) \left(\frac{u^2}{c^2} \right)^2 \right\} \cdot \frac{u}{c^2} \\ &= m_0 c^2 \int_0^u u \, d \left\{ \frac{u}{c^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{u^3}{c^4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{u^5}{c^6} \right\} \\ &= m_0 c^2 \int_0^u \left\{ \frac{u \, du}{c^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{u^3 \, du}{c^4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{1} \cdot \frac{u^5 \, du}{c^6} \right\} \\ &= m_0 c^2 \left\{ \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} + \left(\frac{u^2}{c^2} \right)^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \left(\frac{u^2}{c^2} \right)^3 \right\} \end{aligned}$$

و يكون قصور الجسم الكلى كتقريب ثالث هو :

$$m_3 = m_0 \left\{ 1 + \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} + \left(\frac{u^2}{c^2} \right)^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \left(\frac{u^2}{c^2} \right)^3, \dots (2 - 11) \right.$$

و بتكرار هذه العملية نحصل على :

$$m_3 = m_0 \left\{ 1 + \frac{1}{2} \frac{u^2}{c^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} + \left(\frac{u^2}{c^2} \right)^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \left(\frac{u^2}{c^2} \right)^3 \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \cdot \left(\frac{u^2}{c^2} \right)^4 + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \cdot \frac{9}{10} \cdot \left(\frac{u^2}{c^2} \right)^5 + \dots \right\}, \dots (2 - 12)$$

ومنها ينتج أن :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}, \dots (2 - 13)$$

وهذا هو قانون القصور الكلى للجسيم المتحرك تم استنباطه من قانون نيوتن
الثانى بأخذ مبدأ قصور الطاقة فى الاعتبار .

ولم يستخدم فى الحصول عليه اى فرضية من فرضيات « النسبية
الخاصة » وعلى وجه الخصوص لم نستخدم « تحويلات لورانتز » .

* * *

ملحق رقم (٣)

العلاقة بين الطاقة الكلية وكمية الحركة

تعرف كمية الحركة لجسيم على أنها :

$$p = m u , \quad (3-1)$$

وقانون قصور الطاقة يربط الطاقة بقصورها بالعلاقة :

$$E = m c^2 , \quad (3-2)$$

والقصور الكلى للجسيم مرتبط بقصوره الاستاتيكي بالعلاقة :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} , \quad (3-3)$$

ويمكن وضع العلاقة (3-3) على الصورة :

$$m_0 = m \cdot \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$$

ومنها وبتربيع الطرفين فإن :

$$m^2 \cdot \left\{ 1 - \frac{u^2}{c^2} \right\} = m_0^2$$

وبضرب الطرفين في " c^2 " فإن :

$$m^2 u^2 - m^2 c^2 = - m_0 c^2 ,$$

$$(m u)^2 - \frac{(m c^2)^2}{c^2} = - m_0 c^2 ,$$

و بالتعويض من (3-1) و (3-2) فى العلاقة السابقة فإن :

$$p^2 - \frac{E^2}{c^2} = - m_0^2 c^2 , \dots\dots\dots (3-4)$$

(وهى علاقة لها شأنها فى النظرية النسبية)

وبذلك فإن العلاقة (3-4) هى مجرد نتيجة رياضية بحته للعلاقات التالية : (3-1) , (3-3) , (3-2) (لم يدخل فى اشتقاقها أى فرضية من فرضيات « النظرية النسبية الخاصة » ؛ إنها قائمة على بديهيات الميكانيكا النيوتونية التقليدية مع الأخذ فى الاعتبار مبدأ قصور الطاقة . ومن الواضح أن هذه العلاقة قائمة فى أى هيكل رصد ، وأنها علاقة سيادية وبذلك يمكن كتابة :

$$p'^2 - \frac{E'^2}{c^2} = - m_0^2 c^2 , \dots\dots\dots (3-5)$$

ومن (3-4) و (3-5) فإن :

$$p^2 - \frac{E^2}{c^2} = p'^2 - \frac{E'^2}{c^2} . \dots\dots\dots (3-6)$$

* * *

ملحق رقم (٤)

المتطابقة الرياضية للمعاملات

إن المعامل :

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (4 - 1)$$

الظاهر في العلاقة رقم (13 - 2) ملحق رقم (2) يمكن أن نطلق عليه - في هذا الملحق - اسم : معامل القصور تمييزاً له عن معامل النسبية الشهير :

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (4 - 2)$$

الذى يربط العلاقات بين هيكلى رصد بمعلومية السرعة (v) بينهما نظراً للتماثل التام فى صورة المعاملين الرياضية .

سنقوم الآن باشتقاق متطابقة رياضية تربط بين المعاملات - ومن الجدير بالملاحظة أن اشتقاق هذه المتطابقة الرياضية تم على أسس رياضية بحتة لا دخل فيها لأى فرضية طبيعية نسبية كانت أو غير نسبية - فبوضع :

$$\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right) \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = 1 - \frac{v^2}{c^2} - \frac{u^2}{c^2} + \frac{u^2 v^2}{c^2 c^2} =$$

$$1 - \frac{v^2}{c^2} - \frac{u^2}{c^2} + \frac{u^2 v^2}{c^2 c^2} + \frac{2 uv}{c c} - \frac{2 uv}{c c} =$$

$$\left\{ 1 + \frac{2 uv}{c c} + \frac{u^2 v^2}{c^2 c^2} \right\} - \left(\frac{v^2}{c^2} + \frac{u^2}{c^2} + \frac{2 uv}{c c} \right) =$$

$$\left\{ 1 + \frac{uv}{c^2} \right\}^2 - \left(\frac{u}{c} + \frac{v}{c} \right)^2 =$$

$$\left\{ 1 + \frac{uv}{c^2} \right\}^2 - \frac{1}{c^2} (u + v)^2 =$$

$$\left\{ 1 + \frac{uv}{c^2} \right\}^2 \left\{ 1 - \frac{1}{c^2} \left(\frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} \right)^2 \right\} =$$

$$\left\{ 1 + \frac{uv}{c^2} \right\}^2 \left\{ 1 - \frac{\left[\frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} \right]^2}{c^2} \right\}$$

وبوضع :

$$u' = \frac{v + u}{1 + \frac{uv}{c^2}}$$

فإن :

$$(1 - \frac{u^2}{c^2})(1 - \frac{v^2}{c^2}) = \frac{(u + v)^2}{u'^2} \cdot \{1 - \frac{u'^2}{c^2}\}$$

ومن هنا فإن :

$$\frac{u'^2}{1 - \frac{u'^2}{c^2}} = \frac{(v + u)^2}{(1 - \frac{u^2}{c^2})(1 - \frac{v^2}{c^2})}$$

وبأخذ الجذر التربيعي للطرفين فإن :

$$\frac{u'}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{(v + u)}{\sqrt{(1 - \frac{u^2}{c^2})} \sqrt{(1 - \frac{v^2}{c^2})}} , \dots\dots\dots (4 - 3a)$$

وهذه هي المتطابقة الرياضية حيث فيها :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} , \dots\dots\dots (4 - 3b)$$

وسيكون لهذه المتطابقة شأن سيظهر في ملحق رقم (٥) للحصول على العلاقات التحويلية لكمية الحركة والقصور الكلى من هيكل رصد إلى آخر كما سيكون لها شأن ظاهر في الحصول على « قانون جمع السرعات » .

* * *

ملحق رقم (٥)

العلاقة التحويلية لكمية الحركة بين هيكلى الرصد

بأخذ المتطابقة الرياضية (4 - 3a) التى تم الحصول عليها فى ملحق رقم (٤) والتى تكتب على الصورة :

$$\frac{u'}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{(v + u)}{\sqrt{(1 - \frac{u^2}{c^2})} \sqrt{(1 - \frac{v^2}{c^2})}} , \dots\dots\dots (5 - 1)$$

حيث :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} , \dots\dots\dots (5 - 2)$$

فإذا اعتبرنا جسيم كتلته الاستاتيكية " m_0 " وأن سرعته فى هيكل الرصد [S] هى " u " ، فبضرب طرفى المتطابقة (5 - 1) فى " m_0 " فإن :

$$\frac{m_0 u'}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{m_0 (v + u)}{\sqrt{(1 - \frac{u^2}{c^2})} \sqrt{(1 - \frac{v^2}{c^2})}} , \dots\dots\dots (5 - 3)$$

وبما أن القصور الكلى للجسيم - حسب العلاقة (2 - 13) - فى الهيكل [S] هو :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (5 - 4)$$

وبذلك فإن العلاقة (5 - 3) تكتب على الصورة :

$$\frac{m_0 u'}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{mu + mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (5 - 5)$$

فإذا اعتبرنا أن " u' " هي سرعة الجسم في الهيكل [S'] فإن :

$$m' = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (5 - 6)$$

وبذلك فإن :

$$m' u' = \frac{mu + mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (5 - 7)$$

$$m' u' = \frac{mu + \frac{v}{c^2} m c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (5 - 8)$$

و حيث أن كمية الحركة للجسيم بالنسبة للهيكل [S] هي :

$$P = m u , \dots\dots\dots (5 - 9)$$

و أن الطاقة الكلية للجسيم بالنسبة للهيكل [S] هي :

$$E = m c^2 , \dots\dots\dots (5 - 10)$$

فإن العلاقة (5 - 8) تكتب على الصورة :

$$P' = \frac{p + \frac{v}{c^2} E}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (5 - 11)$$

حيث " P' " هى كمية الحركة مرصودة بالنسبة لهيكل الرصد [S'] وتكتب على الصورة :

$$P' = m' u' , \dots\dots\dots (5 - 12)$$

حيث :

$$m' = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (5 - 13)$$

وحيث :

$$u' = \frac{v + u}{1 + \frac{uv}{c^2}} , \dots\dots\dots (5 - 14)$$

ويمكن كتابة العلاقة (5 - 11) على الصورة المرافقة :

$$P' = \frac{p + v m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (5 - 15)$$

وكل هذه العلاقات لها مرادفها فى « النظرية النسبية الخاصة » ولكننا حصلنا عليها هنا دون اللجوء إلى فرضيات النسبية « الخاصة » وعلى الأخص دون اللجوء إلى « تحويلات لورانتز » .

* * *

ملحق رقم (٦)

العلاقة التحويلية للطاقة الكلية بين هيكلي الرصد

بالرجوع إلى العلاقة (6 - 3) في ملحق (3) حيث :

$$p'^2 - \frac{E'^2}{c^2} = p^2 - \frac{E^2}{c^2} , \dots\dots\dots (6 - 1)$$

ومنها فإن :

$$p'^2 = p^2 - \frac{E^2}{c^2} + \frac{E'^2}{c^2} , \dots\dots\dots (6 - 2)$$

وكذلك بالرجوع إلى العلاقة (5 - 11) في ملحق (5) حيث :

$$P' = \frac{p + \frac{v}{c^2} E}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (6 - 3)$$

ومنها بالتربيع فإن :

$$(1 - \frac{v^2}{c^2}) P'^2 = (P + \frac{v}{c^2} E)^2$$

ومنها فإن :

$$(1 - \frac{v^2}{c^2}) P'^2 = P^2 + \frac{v^2}{c^4} E^2 + \frac{2}{c^2} v P E$$

وفيها وبالتعويض عن P'^2 من العلاقة (2-6) فإن :

$$(1 - \frac{v^2}{c^2}) (P^2 - \frac{1}{c^2} E^2 + \frac{1}{c^2} E'^2) = P^2 + \frac{v^2}{c^4} E^2 + \frac{2}{c^2} v P E$$

$$P^2 - \frac{v^2}{c^2} P^2 + (1 - \frac{v^2}{c^2}) (\frac{1}{c^2} E'^2 - \frac{1}{c^2} E^2) = P^2 + \frac{v^2}{c^4} E^2 + \frac{2}{c^2} v P E$$

$$(1 - \frac{v^2}{c^2}) (\frac{1}{c^2} E'^2 - \frac{1}{c^2} E^2) = \frac{v^2}{c^2} P^2 + \frac{2}{c^2} v P E + \frac{v^2}{c^4} E^2$$

$$\{ (1 - \frac{v^2}{c^2}) \cdot \frac{1}{c^2} E'^2 \} - \frac{1}{c^2} E^2 + \frac{v^2}{c^4} E^2 = \frac{v^2}{c^2} P^2 + \frac{2}{c^2} v P E + \frac{v^2}{c^4} E^2$$

$$\{ (1 - \frac{v^2}{c^2}) \cdot \frac{1}{c^2} E'^2 \} - \frac{1}{c^2} E^2 = \frac{v^2}{c^2} P^2 + \frac{2}{c^2} v P E$$

$$(1 - \frac{v^2}{c^2}) \cdot \frac{1}{c^2} E'^2 = \frac{1}{c^2} (E + v P)^2 ;$$

ومنها فإن :

$$E' = \frac{E + v P}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (4-6)$$

ويمكن وضع هذه العلاقة على الصورة :

$$m' = \frac{m + \frac{v}{c^2} P}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (6 - 5)$$

و يعاد كتابة العلاقتين (5 - 11) و (6 - 4) متجاورتين حتى يمكن مقارنتهما
بالعلاقتين الواردتين فى ملحق رقم (١٢) تحت رقم (15 - 12) :

$$P' = \frac{p + \frac{v}{c^2} E}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \quad E' = \frac{E + v p}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (6 - 6)$$

والتي تم الحصول عليها من خلال علاقات « مبدأ دوپلر » .

* * *

ملحق رقم (٧)

قاعدة الجمع التركيبي للسرعات

(قانون الجمع للسرعات)

توصلنا فى ملحق رقم (٤) ومن خلال آلية الرياضه البحتة إلى صياغة المتطابقة الرياضيه الآتية :

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \left[\frac{u+v}{1 + \frac{uv}{c^2}} \right]^2}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{uv}{c^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} \dots (7-1)$$

و معنى ذلك أنها علاقة رياضيه لا دخل لأى فرضيه طبيعيه فيها ، وبالمخصوص لا دخل لـ (النظرية النسبيه الخاصه) ، فى صياغة هذه المتطابقة . وبضرب طرفى هذه المتطابقة فى :

$$(u + v) ,$$

فإن :

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \left[\frac{u+v}{1 + \frac{uv}{c^2}} \right]^2}} \cdot \frac{u+v}{1 + \frac{uv}{c^2}} = \frac{u+v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} \dots\dots (7-2)$$

وهى بالتبعيه أيضاً متطابقة رياضيه بحتة ، فإذا وضعنا :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} , \dots\dots\dots (7 - 3)$$

فإن المتطابقة (7-2) تكتب على الصورة :

$$\frac{u'}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{u + v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (7 - 4)$$

وبضرب طرفي هذه العلاقة في m_0 فإن :

$$\frac{m_0 u'}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{m_0 (u + v)}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (7 - 5)$$

فإذا اعتبرنا الآن تعريف كمية الحركة في المرصد [S] ، و حقيقة القصور الكلى للجسيم في نفس المرصد باعتبار أن كتلته الساكنة m_0 وسرعته بالنسبة لهذا المرصد هي " u " فإن :

$$p = m u , \dots\dots\dots (7 - 6)$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (7 - 7)$$

فالتعويض في (7-5) من العلاقتين (7-6) و (7-7) فإن :

$$\frac{m_0 u'}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} = \frac{p + v m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

فإذا اعتبرنا « مبدأ النسبية » وتعريف كمية الحركة ، وكذلك القصور الكلى
لنفس الجسم بالنسبة للمرصد [S'] فإن هذا يؤدي بنا تلقائياً إلى أن كمية
الحركة في هذا المرصد هي :

$$p' = \frac{m_0 u'}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} , \quad \dots\dots\dots (7 - 8)$$

حيث أن :

$$m' = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}}} , \quad \dots\dots\dots (7 - 9)$$

هي القصور الكلى للجسيم ذلك باعتبار أن سرعته هي " u' " مرصودة في
الهيكل [S'] وبذلك فإن كمية الحركة في هذا المرصد هي :

$$p' = m' u' , \quad \dots\dots\dots (7 - 10)$$

وهذا معناه أنه بفرضية أن " u' " هي سرعة الجسم في الهيكل [S'] فإن
« مبدأ النسبية » ، و معه « مبدأ قصور الطاقة » ، بالإضافة الى تعريف كمية

الحركة تتناغم جميعها وتكون سرعة الجسم في هذا الهيكل هي :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{u v}{c^2}} , \quad \dots\dots\dots (7 - 11)$$

و هذا هو « قانون جمع السرعات » الشهير في النسبية ، تم الحصول عليه دون اللجوء إلى « تحويلات لورانتز » .

و يبقى لنا هنا تعليق : تبين في ملحق رقم (١) أن للطاقة قصورا ، والطاقة نسبية أى أن قيمتها تختلف من راصد إلى آخر ، أى أن الكتلة الكلية كذلك نسبية تختلف من راصد إلى آخر ، وعلى ذلك فإن مفهوم الجسم الصلب يجب إعادة صياغته ، إننا الآن أمام جسم يُظهر قصور مختلف بالنسبة لكل راصد لأن طاقته الحركية (نسبية) مختلفة بالنسبة لهياكل الرصد وعلى ذلك فسرعته تختلف بمعنى أن قصوره يؤثر على سرعته ؛ وبذلك فإن « قانون جمع السرعات » لن يكون قانون جمع خطى بسيط ، وهذه الحقيقة ظاهرة في « قاعدة الجمع التركيبي للسرعات » الذى حصلنا عليها في هذا الملحق .

* * *

ملحق رقم (٨)

اشتقاق علاقات لورانتز التحويلية
من
قانون جمع السرعات

إذا كانت السرعة بين هيكلَي الرصد [S] و [S'] هي " v " وكانت
السرعة لجسيم مرصودة بالنسبة للراصد [S] هي " u " و بالنسبة
لِلراصد [S'] هي " u' " ، فحسب (قانون جمع السرعات) ، فإن :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} , \dots\dots\dots (8 - 1)$$

فإذا فرضنا أن الجسيم والراصدين كانوا عند نقطة الأصل في اللحظة :

$$t'_0 = t_0 = 0$$

فإن سرعة الجسيم بالنسبة للراصد [S] عند أى لحظة " t " هي :

$$u = \frac{x}{t} , \dots\dots\dots (8 - 2)$$

و سرعة نفس الجسيم بالنسبة للراصد [S'] هي :

$$u' = \frac{x'}{t'} , \dots\dots\dots (8 - 3)$$

و بالتعويض من (8 - 2) و (8 - 3) فى (8 - 1) فإن :

$$\frac{x'}{t'} = \frac{\frac{x}{t} + v}{1 + \frac{v}{c^2} \cdot \frac{x}{t}} , \dots\dots\dots (8 - 4)$$

ومنها فإن :

$$\frac{x'}{t'} = \frac{x + vt}{t + \frac{v}{c^2} \cdot x} , \dots\dots\dots (8 - 5)$$

و على ذلك يمكننا وضع :

$$x' = \beta (x + vt) , \dots\dots\dots (8 - 6)$$

$$t' = \beta (t + \frac{v}{c^2} x) , \dots\dots\dots (8 - 7)$$

و طبقاً لـ « مبدأ النسبية » - أى بتغير إشارة السرعة " v " ،

و استبدال (t' , x') مكان (t , x) - فهذه العلاقات يلزم كتابتها على

الصورة التالية :

$$x = \beta (x' - vt') , \dots\dots\dots (8 - 8)$$

$$t = \beta (t' - \frac{v}{c^2} x') , \dots\dots\dots (8 - 9)$$

إنها نفس العلاقات (8 - 6) و (8 - 7) بعكس إشارة السرعة كما يتطلبه مبدأ النسبية . وبالتعويض من المعادلة (8 - 8) والمعادلة (8 - 9) فى المعادلة (8 - 6) نحصل على :

$$x' = \beta \{ \beta (x' - v t') + v \beta (t' - \frac{v}{c^2} x') \}$$

$$x' = \beta^2 \{ x' - v t' + v t' - \frac{v^2}{c^2} x' \}$$

و منها فإن :

$$x' = \beta^2 (1 - \frac{v^2}{c^2}) x'$$

ومنها فإن :

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (8 - 10)$$

وبذلك تكتب العلاقتين (8 - 6) و (8 - 7) :

$$x' = \frac{x + v t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \quad t' = \frac{t + \frac{v}{c^2} x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (8 - 11)$$

وكذلك تكتب العلاقتين (8-8) و (8-9) :

$$x = \frac{x' - v t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \quad t = \frac{t' - \frac{v}{c^2} x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (8-12)$$

العلاقات (8-11) ، (8-12) هي علاقات « لورانتز التحويلية » كما يجب أن تكون .

* * *

ملحق رقم (٩)

قانون السرعة العرضية

فى ملحق رقم (٧) حصلنا على (قانون جمع السرعات) و يوضع على الصورة :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}} , \dots\dots\dots (9 - 1)$$

ومنها فإن :

$$u'_x = \frac{u_x + v}{1 + \frac{u_x v}{c^2}} , \dots\dots\dots (9 - 2)$$

فإذا اعتبرنا أن :

$$u'^2 = u'^2_y + u'^2_x , \dots\dots\dots (9 - 3)$$

فإن :

$$u'^2_y = u'^2 - \left[\frac{u_x + v}{1 + \frac{u_x v}{c^2}} \right]^2 , \dots\dots\dots (9 - 4)$$

ومنها فإن :

$$u_y'^2 \left[1 + \frac{u_x v}{c^2} \right]^2 = u'^2 \left[1 + \frac{u_x v}{c^2} \right]^2 - \left[u_x + v \right]^2$$

$$u_y' \left[1 + \frac{u_x v}{c^2} \right] = \sqrt{u'^2 \left\{ 1 + \frac{u_x v}{c^2} \right\}^2 - \{u_x + v\}^2} \quad , \dots\dots\dots (9 - 5)$$

نعود الآن إلى العلاقة (6 - 3) ملحق رقم (٣) وهى :

$$p'^2 - \frac{1}{c^2} E'^2 = p^2 - \frac{1}{c^2} E^2 \quad , \dots\dots\dots (9 - 6)$$

ومنها فإن :

$$\frac{1}{c^2} E'^2 = p'^2 - p^2 + \frac{1}{c^2} E^2$$

$$\frac{E'^2}{c^2} = \frac{m_o^2 (u_x + v)^2}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)} - \frac{m_o^2 u_x^2}{\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)} + \frac{m_o^2 c^2}{\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)}$$

$$\frac{E'^2}{c^2} = m_o^2 \left\{ \frac{(u_x + v)^2}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)} - \frac{u_x^2}{\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)} + \frac{c^2}{\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)} \right\}$$

$$m_o^2 \left\{ \frac{(u_x + v)^2}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)} - \frac{(u_x^2 - c^2) \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}{\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right) \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)} \right\} =$$

$$m_o^2 c^2 \left\{ \frac{\left(\frac{u_x}{c} + \frac{v}{c}\right)^2}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)} - \frac{\left(\frac{u_x^2}{c^2} - 1\right) \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}{\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right) \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)} \right\} =$$

$$m_o^2 c^2 \left\{ \frac{\frac{u_x^2}{c^2} + \frac{v^2}{c^2} + \frac{2u_x v}{c^2} - \frac{u_x^2}{c^2} + \frac{u_x^2 v^2}{c^4} + 1 - \frac{v^2}{c^2}}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)} \right\} =$$

$$m_o^2 c^2 \left\{ \frac{1 + \frac{2u_x v}{c c} + \frac{u_x^2 v^2}{c^2 c^2}}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)} \right\} =$$

$$m_o^2 c^2 \cdot \left\{ \frac{\left(1 + \frac{u_x v}{c^2}\right)^2}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)} \right\}$$

و باستخدام العلاقة (9 - 7) مع العلاقة :

$$E' = m' c^2$$

فإن :

$$\frac{m_0^2 c^2}{(1 - \frac{u'^2}{c^2})} = m_0^2 c^2 \cdot \left\{ \frac{(1 + \frac{u_x v}{c^2})^2}{(1 - \frac{v^2}{c^2})(1 - \frac{u^2}{c^2})} \right\}$$

$$\frac{1}{(1 - \frac{u'^2}{c^2})} = \left\{ \frac{(1 + \frac{u_x v}{c^2})}{(1 - \frac{v^2}{c^2})(1 - \frac{u^2}{c^2})} \right\} , \dots\dots\dots (9 - 7)$$

ومنها فإن :

$$(\frac{u^2}{c^2} - 1) (1 - \frac{v^2}{c^2}) = (\frac{u'^2}{c^2} - 1) (1 + \frac{u_x v}{c^2})^2$$

ومنها فإن :

$$(\frac{u^2}{c^2} - 1) (1 - \frac{v^2}{c^2}) + (1 + \frac{u_x v}{c^2})^2 = \frac{u'^2}{c^2} \cdot (1 + \frac{u_x v}{c^2})^2$$

ومنها فإن :

$$\frac{u^2}{c^2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) - \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) + \left(1 + \frac{u_x v}{c^2}\right)^2 = \frac{u'^2}{c^2} \left(1 + \frac{u_x v}{c^2}\right)^2$$

$$\frac{u^2}{c^2} - \frac{u^2 v^2}{c^2 c^2} + \frac{v^2}{c^2} - 1 + 1 + \frac{2u_x v}{c^2} + \frac{u_x^2 v^2}{c^2 c^2} = \frac{u'^2}{c^2} \cdot \left(1 + \frac{u_x v}{c^2}\right)^2$$

$$\left(\frac{u_x^2}{c^2} + \frac{u_y^2}{c^2}\right) - \left(\frac{u^2}{c^2} - \frac{u_x^2}{c^2}\right) \frac{v^2}{c^2} + \frac{2u_x v}{c^2} + \frac{v^2}{c^2} = \frac{u'^2}{c^2} \left(1 + \frac{u_x v}{c^2}\right)^2$$

$$\frac{u_x^2}{c^2} + \frac{u_y^2}{c^2} - \frac{u_y^2}{c^2} \frac{v^2}{c^2} + \frac{2u_x v}{c^2} + \frac{v^2}{c^2} = \frac{u'^2}{c^2} \cdot \left(1 + \frac{u_x v}{c^2}\right)^2$$

$$\frac{u_y^2}{c^2} \cdot \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) + \left(\frac{u_x}{c} + \frac{v}{c}\right)^2 = \frac{u'^2}{c^2} \cdot \left(1 + \frac{u_x v}{c^2}\right)^2$$

$$\frac{u_y^2}{c^2} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = \frac{u'^2}{c^2} \cdot \left(1 + \frac{u_x v}{c^2}\right)^2 - \left(\frac{u_x}{c} + \frac{v}{c}\right)^2$$

$$u_y^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = u'^2 \left(1 + \frac{u_x v}{c^2}\right)^2 - (u_x + v)^2$$

$$u_y \sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)} = \sqrt{u'^2 \left(1 + \frac{u_x v}{c^2}\right)^2 - (u_x + v)^2}, \dots\dots\dots (9 - 8)$$

و بمساواة الطرف الأيسر من المعادلة رقم (8 - 9) بالطرف الأيسر من

المعادلة رقم (5 - 9) حيث الطرف الأيمن فيهما واحد فإن :

$$u'_y \left(1 + \frac{u_x v}{c^2} \right) = u_y \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

ومنها فإن :

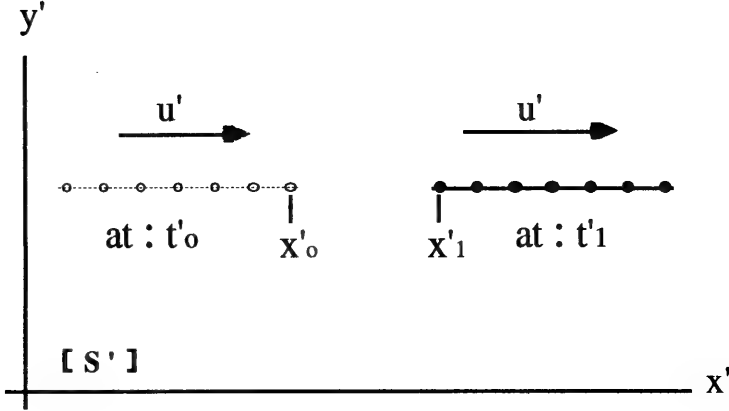
$$u'_y = \frac{u_y \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{u_x v}{c^2}} , \dots\dots\dots (9 - 9)$$

وهذه هي علاقة السرعات فى الاتجاه العرضى كما تقدمها لنا « النظرية النسبية الخاصة » تم الحصول عليها دون اللجوء إلى « تحويلات لورانتز » .

* * *

ملحق رقم (١٠)

علاقة « تأثير دوبلر »
اشتقاقاً من « تحويلات جاليليو »



راجع الشكل ولنفرض في الهيكل [S'] أن :

(10 - 1) , سرعة الشعاع = u'

(10 - 2) , تردد الشعاع = v'

(10 - 3) , طول موجة الشعاع = λ'

(10 - 4) , عدد موجات الشعاع = n'

وبذلك فإن :

$$u' = \lambda' v'$$

ويعطى طول السلسلة الكلى " L " بالعلاقة التالية :

$$L = n' \lambda' , \dots\dots\dots (10 - 6)$$

والآن نفرض أن بداية الشعاع كانت عند النقطة "x₀' " عند الزمن "t₀' " وبعد لحظة وجدنا أن نهاية الشعاع أصبحت عند النقطة "x₁' " وكان ذلك عند اللحظة "t₁' " ؛ من ذلك نستنتج أن نهاية الشعاع قد وصلت النقطة "x₁' " فى زمن قدره "t₁' - t₀' " ، أى أنها قد قطعت خلال هذه الفترة الزمنية المسافة المتكونة من طول سلسلة الشعاع " L " يضاف إليها المسافة "x₁' - x₀' " ؛ وعلى ذلك فإن :

$$n' \lambda' + (x_1' - x_0') = u' (t_1' - t_0') , \dots\dots\dots (10 - 7)$$

ومنها :

$$n' \lambda' = u' (t_1' - t_0') - (x_1' - x_0') , \dots\dots\dots (10 - 8)$$

$$n' \frac{\lambda'}{u'} = (t_1' - t_0') - \frac{(x_1' - x_0')}{u'} , \dots\dots\dots (10 - 9)$$

$$n' = v' \left\{ (t_1' - t_0') - \frac{(x_1' - x_0')}{u'} \right\} , \dots\dots\dots (10 - 10)$$

إن هذه العلاقة قائمة بالنسبة لهيكل الرصد [S'] ، ومثيلتها قائمة بالنسبة لهيكل الرصد [S] : أى أن :

$$n = v \left\{ (t_1 - t_0) - \frac{(x_1 - x_0)}{u} \right\} , \dots\dots\dots (10 - 11)$$

إن العلاقة رقم (10 - 11) يمكن استخدامها بطريقتين مستقلتين إحداهما معتمدة على البعد المكانى : أى المسافة ، و الأخرى معتمدة على الفترة الزمنية ، فمثلاً : إذا أجرينا القياس باعتبار أن النقطة " x_0 " منطبقة على النقطة " x_1 " ، بمعنى أن بداية الشعاع فى الزمن " t_0 " موجودة عند النقطة " x_0 " ، فإذا وقفنا ثابتين عند النقطة " x_0 " و مع مرور الزمن حتى اللحظة " t_1 " و عند هذه اللحظة كانت نهاية الشعاع مارة بالنقطة " x_1 " التى هى نفسها " x_0 " ، فهذا معناه أن الفترة ($t_1 - t_0$) هى عبارة عن مضروب زمن الذبذبة الواحدة فى عدد ذبذبات (موجات) السلسلة أى :

$$(t_1 - t_0) = \tau n , \dots\dots\dots (10 - 12)$$

أى :

$$n = \frac{(t_1 - t_0)}{\tau} , \dots\dots\dots (10 - 13)$$

ولكن :

$$v = \frac{1}{\tau} , \dots\dots\dots (10 - 14)$$

وعليه فإن :

$$n = v (t_1 - t_0) , \dots\dots\dots (10 - 15)$$

و هذا عين ماينتج إذا وضعنا " $x_0 = x_1$ " فى العلاقة رقم (10 - 11) ؛
بذلك نكون قد انتهينا من الطريقة الأولى المعتمدة على البعد المكانى .

و لنبدأ فى قراءة العلاقة رقم (10 - 11) بالطريقة الأخرى أى المعتمدة على الفترة الزمنية ، و لنفرض أننا وضعنا أيدينا فى نفس اللحظة - أى عندما تكون : $(t_1 = t_0)$ - على النقطة " x_0 " التى هى بداية الشعاع ، و على " x_1 " التى هى نهاية الشعاع ؛ فهذا معناه بمنطوق الجملة نفسها أننا وضعنا أيدينا على مسافة تساوى طول الشعاع السلسلة " L " الجملة تقول : وضعنا أيدينا فى نفس اللحظة على بداية و نهاية الشعاع أى أن :

$$n \lambda = (x_0 - x_1) = n \frac{u}{v}, \dots\dots\dots (10 - 16)$$

$$n = v \frac{(x_0 - x_1)}{u}, \dots\dots\dots (10 - 17)$$

و هى نفس العلاقة (10 - 11) بوضعنا :

$$(t_1 = t_0)$$

و ليس فيما ذكر حتى الآن - بخصوص هذه العلاقات - أى علاقة بالنظرية النسبية ، أو غيرها ، أو الحالة الطبيعية بين الهيكلين ، بخلاف الإحداثيات الفراغية والزمنية " x, t " .

ولنبدأ الآن الدخول فى الشروط و العلاقات الطبيعية بين هيكلى الرصد [S] و [S'] بهدف تحديد العلاقة بين المعادلة (10 - 10) و (10 - 11) . فإن [S] سيجزم أن عدد الموجات عنده هو : " n " كما عدّها [S'] ، و ببساطة فإن :

$$n = n' , \dots\dots\dots (10 - 18)$$

و هكذا و ببساطة أيضا فإن :

$$v \left\{ (t_1 - t_0) - \frac{(x_1 - x_0)}{u} \right\} = v' \left\{ (t'_1 - t'_0) - \frac{(x_1 - x_0)}{u'} \right\} , \dots\dots (10 - 19)$$

هى العلاقة التى تربط تردد الشعاع بإحداثياته و سرعة انتشاره فى كل من الهيكلين ، دون فرض أى عوامل أخرى قد تغير التردد و ليس لها علاقة بالإحداثيات .

إن العلاقة (10 - 19) تعتبر علاقة مرنة مفتوحة ؛ فهى تقبل أى شروط طبيعية بين [S] و [S'] قد تؤثر على تردد الشعاع فى أى من المرصدين ، ويكون هذا التأثير ليس متوقفاً على إحداثيات « الفراغ - الزمن » بينهما ، و بذلك تؤخذ حصيلة التأثيرات معاً ، وهذا هو المعنى الذى نقصده بالتعبير السابق : « علاقة مرنة و مفتوحة » .

نفرض الآن أن علاقة الإحداثيات التى تربط الهيكل [S] بالهيكل [S'] هى علاقات جاليليو التحويلية وتكتب على الصورة :

$$x' = x + v t , \dots\dots\dots (10 - 20a)$$

$$t' = t , \dots\dots\dots (10 - 20b)$$

ومنها فإن العلاقة (10 - 19) تزول إلى :

$$v \left\{ (t_1 - t_0) - \frac{(x_1 - x_0)}{u} \right\} = v' (t_1 - t_0) \left(1 - \frac{(x_1 - x_0)}{u'} - \frac{v}{u'} \right), \dots (10 - 21)$$

سنطبق الآن الطريقة الأولى التى تم اعتمادها سلفاً : أى الطريقة التى تعتمد على تساوى البعد المسافى فى الهيكل [S] أى إننا سنضع $(x_1 = x_0)$ ،
و منها فإن :

$$v(t_1 - t_0) = v' \left(1 - \frac{v}{u'}\right) (t_1 - t_0) , \dots\dots\dots (10 - 22)$$

وبالقسمة على $(t_1 - t_0)$ فإن :

$$v = v' \left(1 - \frac{v}{u'}\right) , \dots\dots\dots (10 - 23)$$

هذه العلاقة التى تربط التردد " v " المقاس فى الهيكل [S] بالتردد " v' " المقاس فى الهيكل [S'] بدلالة " v " السرعة النسبية بين الهيكلين ، و " u' " سرعة الشعاع فى الهيكل [S'] . و حسب مطلب «مبدأ النسبية» ، فإن العلاقة المقابلة التى تربط التردد " v' " المقاس فى [S'] بالتردد " v " المقاس فى [S] ، بسرعة انتشار الشعاع " u " فى [S] تكتب على الصورة :

$$v' = v \left(1 + \frac{v}{u}\right) , \dots\dots\dots (10 - 24)$$

و يتم الحصول عليها :

بتغيير إشارة السرعة " v " ، وكذلك استبدال " v' , u' " بـ " v , u " .
انظر بند رقم (٣ : ٢) .

* * *

ملحق رقم (١١)

علاقة « تأثير دوبلر »
اشتقاقاً من
« تحويلات لورانتز »

والآن للحصول على علاقة « تأثير دوبلر » انطلاقاً من « تحويلات لورانتز » التي تأخذ الصورة :

$$x' = \frac{x + vt}{1 - \frac{v^2}{c^2}} , \dots\dots\dots (11 - 1)$$

$$t' = \frac{t + \frac{v}{c^2} x}{1 - \frac{v^2}{c^2}} , \dots\dots\dots (11 - 2)$$

فإذا قمنا باستخدام هذه العلاقات و التعويض بها في (19 - 10) مع اعتبار أن :

$$u' = u = c , \dots\dots\dots (11 - 3)$$

فإننا نحصل على :

$$v \left\{ (t_1 - t_0) - \frac{1}{c} (x_1 - x_0) \right\} =$$

$$\frac{v'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left\{ (t_1 - t_0) + \frac{v}{c^2} (x_1 - x_0) - \frac{1}{c} (x_1 - x_0) \frac{v}{c} (t_1 - t_0) \right\}$$

سنطبق الآن الطريقة الأولى التي تم اعتمادها في ملحق (١٠) : أى

الطريقة المعتمدة على تساوى البعد المكانى فى الهيكل [S] أى :

$$x_1 = x_0 , \quad \dots\dots\dots (11 - 4)$$

ومنها فإن :

$$v (t_1 - t_0) = \frac{v'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left(1 - \frac{v}{c} \right) (t_1 - t_0) , \quad \dots\dots\dots (11 - 5)$$

وبالقسمة على ($t_1 - t_0$) فإن :

$$v = v' \frac{1 - \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \quad \dots\dots\dots (11 - 6)$$

فإذا كان المصدر ساكنًا فى [S'] فإن التردد " v' " هو التردد الطبيعى فتكون :

$$v' = v_0,$$

و منها فإن :

$$v = v_0 \frac{1 - \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

وهي نفس العلاقة التي تم الحصول عليها - باعتبار فرضية « نسبية تردد الطاقة » - تحت رقم (10 - 2 : 3) في البند رقم (2 : 3) .

* * *

ملحق رقم (١٢)

علاقات مبنية على « تأثير دوبلر »

لنبداً من العلاقة رقم (8 - 2 : 3) الواردة بالبند رقم (2 : 3) :

$$v = v' \cdot \frac{1 - \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} ,$$

و بتطبيق الطريقة النمطية لـ « مبدأ النسبية » : أى تغيير إشارة السرعة " v " واستبدال " v " بـ " v' " فإن :

$$v' = v \cdot \frac{1 + \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \quad \dots\dots\dots (12 - 1)$$

و من فرضية بلانك :

$$E = h \cdot v , \quad \dots\dots\dots (12 - 2)$$

حيث " h " ثابت بلانك، و من قانون قصور الطاقة و بوضع I رمزاً للقصور:

$$E = c^2 I , \quad \dots\dots\dots (12 - 3)$$

$$P = c I , \dots\dots\dots (12 - 4)$$

ومنها فإن :

$$E = p c , \dots\dots\dots (12 - 5)$$

ومنها فإن :

$$h \nu = p \nu \lambda , \dots\dots\dots (12 - 6)$$

$$c = \lambda \nu \quad \text{حيث :}$$

ومنها فإن :

$$P = \frac{h}{\lambda} , \dots\dots\dots (12 - 7)$$

وهي فرضية (دي برولي) .

وبضرب العلاقة (12 - 1) في ثابت بلانك " h " فإن :

$$E' = \frac{E + \frac{\nu}{c} E}{\sqrt{1 - \frac{\nu^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (12 - 8)$$

وبالتعويض من (12 - 5) فإن :

$$E' = \frac{E + \nu P}{\sqrt{1 - \frac{\nu^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (12 - 9)$$

وهذه العلاقة يمكن إعادة كتابتها باستخدام العلاقة رقم (3 - 12) لنكتب على الصورة :

$$\Gamma' = \frac{I + \frac{v}{c^2} P}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (12 - 10)$$

و باستخدام العلاقة السيادية :
 $v' \lambda' = v \lambda = c ,$

فإن العلاقة (1 - 12) تكتب على الصورة :

$$\frac{1}{\lambda'} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{1 + \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (12 - 11)$$

ومنها و باستخدام العلاقة (7 - 12) فإن :

$$P' = \frac{P + \frac{v}{c} P}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (12 - 12)$$

ومنها و باستخدام العلاقة (4 - 12) فإن :

$$p' = \frac{p + v I}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (12 - 13)$$

ومنها و باستخدام العلاقة (3 - 12) فإن :

$$P' = \frac{P + \frac{v}{c^2} E}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots\dots (12 - 14)$$

و بوضع العلاقتين (14 - 12) و (9 - 12) متجاورتين فإن :

$$P' = \frac{P + \frac{v}{c^2} E}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \quad E = \frac{E + vP}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots\dots (12 - 15)$$

وبذلك يمكن مقارنتهما بقريتيهما فى العلاقة الواردة فى ملحق رقم (٦)
تحت رقم (6 - 6) .

كما يمكن وضع العلاقتين (13 - 12) و (10 - 12) متجاورتين - بفرض
المقارنة - على الصورة التالية :

$$P' = \frac{P + v I}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \quad I' = \frac{I + \frac{v}{c^2} P}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} , \dots (12 - 16)$$

فإذا قمنا بتربيع هاتين العلاقتين [الواردتين تحت رقم (16 - 12)] فإن :

$$p'^2 = \frac{p^2 + v^2 I^2 + 2v P I}{1 - \frac{v^2}{c^2}} , \dots\dots\dots (12 - 17)$$

$$c^2 I'^2 = \frac{c^2 I^2 + \frac{v^2}{c^2} P^2 + 2v P I}{1 - \frac{v^2}{c^2}} , \dots\dots\dots (12 - 18)$$

و بطرح العلاقة (12 - 18) من العلاقة (12 - 17) نحصل على :

$$P'^2 - c^2 I'^2 = \frac{P^2 (1 - \frac{v^2}{c^2}) - c^2 I^2 (1 - \frac{v^2}{c^2})}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

لنحصل على :

$$P'^2 - c^2 I'^2 = P^2 - c^2 I^2 , \dots\dots\dots (12 - 19)$$

ومن (12 - 4) فإن :

$$P'^2 - c^2 I'^2 = 0 , \dots\dots\dots (12 - 20)$$

فهى علاقة سيادية فى جميع هياكل الرصد الحرة ، ومنها أيضا فإن :

$$c^2 P'^2 - c^4 I'^2 = 0$$

ومن ثم فإن :

$$E^2 - c^4 I^2 = 0 , \dots\dots\dots (12 - 21)$$

وهى علاقة سيادية محققة ومتفقة مع العلاقة (12 - 3) .

* * *

ملحق رقم (١٣)

قانون جمع السرعات اشتقاقاً من « تأثير دوبلر »

سنقوم الآن باشتقاق العلاقة بين سرعة الشعاع الموجى فى الهيكل

[S] بسرعه فى الهيكل [S'] :

من الواضح أن العلاقة (1 - 2 : 3) تعبر عن مطلب مبدأ « ثبات انتشار الطاقة » فى الهيكلين بمعنى أنه إذا آلت السرعة " u " للشعاع الموجى فى الهيكل [S] إلى السرعة " c " : سرعة انتشار الطاقة ، فإن العلاقة (1 - 2 : 3) تؤكد أن " u " سرعة الشعاع الموجى تؤول هى الأخرى إلى " c " . و الآن المطلوب هو إيجاد العلاقة بين " u " و " u' " لسرعة شعاع موجى عام أى أن سرعته لا تساوى سرعة انتشار الطاقة ، أى :

$$u = \lambda v \neq c , \dots\dots\dots (13 - 1)$$

$$u' = \lambda' v' \neq c , \dots\dots\dots (13 - 2)$$

نعود الآن إلى العلاقتين (10 - 23) و (10 - 24) ملحق رقم (١٠) و باستخدام المعامل " β " الذى حصلنا عليه فى بند (٣ : ٢) من العلاقة (6 - 2 : 3) ، وهو المعامل المحقق لـ « مبدأ النسبية » ، فإننا نكتبها على الصورة :

$$v = v' \beta \left(1 - \frac{v}{u'} \right), \dots\dots\dots (13 - 3)$$

$$v' = v \beta \left(1 + \frac{v}{u} \right), \dots\dots\dots (13 - 4)$$

وبضرب العلاقة (13 - 3) في العلاقة (13 - 4) فإننا نحصل على :

$$v v' = v' v \beta^2 \left(1 - \frac{v}{u'} \right) \left(1 + \frac{v}{u} \right), \dots\dots\dots (13 - 5)$$

وباستخدام قيمة " β " فإن :

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(1 - \frac{v}{u'} + \frac{v}{u} - \frac{v^2}{uu'} \right), \dots\dots\dots (13 - 6)$$

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{v}{u'} - \frac{v}{u} + \frac{v^2}{uu'}, \dots\dots\dots (13 - 7)$$

وبالضرب في " $\frac{uu'}{v}$ " فإن :

$$\frac{vu u'}{c^2} = u - u' + v, \dots\dots\dots (13 - 8)$$

ومنها فإن :

$$u' \left(1 + \frac{uv}{c^2} \right) = u + v, \dots\dots\dots (13 - 9)$$

ومنها فإن :

$$u' = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}}, \dots\dots\dots (13 - 10)$$

وما هو « قانون الجمع للسرعات » الشهير فى النسبية ، تم الحصول عليه من خلال علاقات « تأثير دوبلر » و هو يربط سرعة شعاع موجى (ليس شعاع طاقة أو شعاع ضوء) فى الهيكل [S] بسرعه فى الهيكل [S'] . و مما هو جدير بالذكر أن سرعة الشعاع الموجى فى اى هيكل تربطها العلاقة :

$$\text{السرعة} = \text{التردد} \times \text{طول الموجة}$$

ولا تتركز لقصور الطاقة فى هذه العلاقة .

* * *

ملحق رقم (١٤)

رياضيات المجال الكهرومغناطيسى بين هيكلى الرصد

فى البداية سنقوم بتقديم سريع موجز لتحويلات المجال الكهرومغناطيسى من منظور « النظرية النسبية الخاصة » ، أى من خلال « علاقات لورانتز التحويلية » ، و بعد ذلك سنقدم هذه التحويلات من منظور « نسبية جاليليو » ، أى من خلال « علاقات جاليليو التحويلية » .

فى هذا الملحق سوف يستبدل الراصدان [S] و [S'] هيكليهما بحيث يكون الراصد [S'] متحركا فى الاتجاه الموجب للمحور السينى للراصد [S] ، و مع بقاء كافة بنود الاتفاق الأخرى بينهما دون تغيير ، و غرضنا من ذلك الاحتفاظ بشكل و لغة الحوار الرياضى كما هو وارد فى كثير من المراجع المهمة بهذا الموضوع .

إذا كان لدينا دالة ϕ فى الإحداثيات (x, t) و تم صياغتها بمعلومية الاحداثيات (x', t') ، فحسب قواعد رياضيات المشتقة التفاضلية الجزئية

فإن :

$$\frac{\partial \phi}{\partial x'} = \frac{\partial \phi}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial x'} + \frac{\partial \phi}{\partial t} \cdot \frac{\partial t}{\partial x'} , \dots\dots\dots (14 - 1a)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial t'} = \frac{\partial \phi}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial t'} + \frac{\partial \phi}{\partial t} \cdot \frac{\partial t}{\partial t'} , \dots\dots\dots (14 - 1b)$$

و نكتب « تحويلات لورانتز » على الصورة التالية :

$$x = \beta (x' + v t') , \dots\dots\dots (14 - 2a)$$

$$t = \beta (t' + \frac{v}{c^2} x') , \dots\dots\dots (14 - 2b)$$

حيث :

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

و من (14 - 2) نحصل على :

$$\frac{\partial x}{\partial x'} = \beta , \dots\dots\dots (14 - 3a)$$

$$\frac{\partial t}{\partial x'} = \frac{v}{c^2} \beta , \dots\dots\dots (14 - 3b)$$

$$\frac{\partial t}{\partial t'} = \beta , \dots\dots\dots (14 - 3c)$$

$$\frac{\partial x}{\partial t'} = v \beta , \dots\dots\dots (14 - 3d)$$

و بالتعويض منها في العلاقة (14 - 1) فإنها تكتب على الصورة :

$$\left(\frac{\partial}{\partial x'} \right) \phi = \beta \left(\frac{\partial}{\partial x} + \frac{v}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} \right) \phi , \dots\dots\dots 14 - 4a)$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial t'} \right) \phi = \beta \left(\frac{\partial}{\partial t} + v \cdot \frac{\partial}{\partial x} \right) \phi , \dots\dots\dots (14 - 4b)$$

لقد صاغ « لورانتز » العلاقات التحويلية لمركبات المجال الكهرومغناطيسى على الصورة التالية :

$$E_x = E'_x \quad ; \quad B_x = B'_x \quad , \quad \dots\dots\dots (14 - 5a)$$

$$E_y = \beta (E'_y + v B'_z) ; \quad B_y = \beta (B'_y - \frac{v}{c^2} E'_z) \quad , \quad \dots\dots (14 - 5b)$$

$$E_z = \beta (E'_z - v B'_y) ; \quad B_z = \beta (B'_z + \frac{v}{c^2} E'_y) \quad , \quad \dots (14 - 5c)$$

حيث فيها E هى المركبات الكهربائية ، و B هى المركبات المغناطيسية ، وبحل هذه المعادلات فإننا نحصل على مركبات المجال فى الهيكل [S'] بدلالة المركبات فى الهيكل [S] ، وتوضع على الصورة التالية :

$$E'_x = E_x ; \quad B'_x = B_x \quad , \quad \dots\dots\dots (14 - 6a)$$

$$E'_y = \beta (E_y - v B_z) ; \quad B'_y = \beta (B_y + \frac{v}{c^2} E_z) \quad , \quad \dots\dots (14 - 6b)$$

$$E'_z = \beta (E_z + v B_y) ; \quad B'_z = \beta (B_z - \frac{v}{c^2} E_y) \quad , \quad \dots (14 - 6c)$$

وهى نفسها العلاقات التى نحصل عليها من العلاقات الأصلية (5 - 14) باستبدال " v " بـ " v' " وتبديل مركبات الهيكلين [S] و [S'] ، وهذا هو عين مبدأ النسبية ، وبذلك فإن هذه العلاقات تحقق « مبدأ النسبية » أى خاضعة له .

لقد تم إثبات أنه إذا كانت معادلات ماكسويل للمجال الكهرومغناطيسى متحققة فى الهيكل [S'] فهى متحققة فى الهيكل [S] وذلك

باستخدام العلاقات التحويلية (6 - 14) ، مع العلاقات (4 - 14) المشتقة بناء على « تحويلات لورانتز » ، ويعبر عن هذه الحقيقة بالقول : إن معادلات ماكسويل للمجال الكهرومغناطيسي سيادية لا متغيرة تحت تأثير « تحويلات لورانتز » ، وإثبات ذلك هو محور كافة المراجع المهمة بهذا الموضوع ، أما اهتمامنا فنصبه على موقف معادلات ماكسويل تحت تأثير « تحويلات جاليليو » التي تكتب على الصورة التالية :

$$x = x' + v t' \quad , \quad \dots\dots\dots (14 - 7a)$$

$$t = t' \quad , \quad \dots\dots\dots (14 - 7b)$$

و من « علاقات جاليليو التحويلية » هذه نحصل على :

$$\frac{\partial x}{\partial x'} = 1 \quad , \quad \dots\dots\dots (14 - 8a)$$

$$\frac{\partial t}{\partial x'} = 0 \quad , \quad \dots\dots\dots (14 - 8b)$$

$$\frac{\partial t}{\partial t'} = 1 \quad , \quad \dots\dots\dots (14 - 8c)$$

$$\frac{\partial x}{\partial t'} = v \quad , \quad \dots\dots\dots (14 - 8d)$$

و من الأهمية بمكان عقد المقارنة بين العلاقات (3 - 14) ،
و العلاقات (8 - 14) .

تكتب العلاقات (1 - 14) على أساس العلاقات (8 - 14) أى من منظور تحويلات جاليليو على الصورة التالية :

$$\left(\frac{\partial}{\partial x'}\right) \phi = \left(\frac{\partial}{\partial x}\right) \phi , \dots\dots\dots (14 - 9a)$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial t'}\right) \phi = \left(\frac{\partial}{\partial t} + v \cdot \frac{\partial}{\partial x}\right) \phi , \dots\dots\dots (14 - 9b)$$

لنفرض أن المجال الكهرومغناطيسي عند [S'] هو مجال استاتيكي فهذا معناه أن :

$$\left(\frac{\partial}{\partial t'}\right) = 0 , \dots\dots\dots (14 - 10)$$

ومن (14 - 9b) فإن :

$$\left(\frac{\partial}{\partial t}\right) = \left(- v \cdot \frac{\partial}{\partial x}\right) , \dots\dots\dots (14 - 11)$$

نعود الآن إلى العلاقات التحويلية لمركبات المجال الكهرومغناطيسي ، و نلاحظ أن العلاقات (14 - 5b) خالية من معامل النسبية " β " ؛ فإذا رجعنا إلى التعريفات الأولية للمجال الكهربائي الاستاتيكي فإننا نجد أن تعريف شدة المجال " E' " يعطى بالعلاقة :

$$E' = - (\text{grad } V')' ;$$

حيث يطلق على الدالة " V' " : جهد المجال أو طاقة المجال ، و تحسب على أنها الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات الكهربائية من « ما لا نهاية » حتى النقطة المعنية بالدراسة . إن هذه الدالة تحدد طاقة المجال : إنها تحدد قصوراً لأن الطاقة لها قصور و بذلك فإن انتقالنا إلى الهيكل [S] يستلزم معه تغيير في

قصور هذه الطاقة ، وأن يكون لمعامل النسبية " β " تأثيره على مركبات هذا المجال ، فكيف لا يظهر هذا المعامل في المركبة السينية لتحويلات المجال ؟ ! .
لذلك فإننا نقترح ونفرض وضع العلاقات التحويلية لمركبات المجال الكهرومغناطيسي على الصورة التالية :

$$E_x = \beta (E'_x + v B'_y) ; \quad B_x = \beta (B'_x + \frac{v}{c^2} E'_y) , \dots (14 - 12a)$$

$$E_y = \beta (E'_y + v B'_z) ; \quad B_y = \beta (B'_y - \frac{v}{c^2} E'_z) , \dots (14 - 12b)$$

$$E_z = \beta (E'_z - v B'_x) ; \quad B_z = \beta (B'_z + \frac{v}{c^2} E'_x) , \dots (14 - 12c)$$

من الواضح أنه يمكن حل هذه العلاقات لنحصل على مركبات المجال في الهيكل [S'] بدلالة مركبات المجال في الهيكل [S] لتكتب على الصورة :

$$E'_x = \beta (E_x - v B_y) ; \quad B'_x = \beta (B_x - \frac{v}{c^2} E_y) , \dots (14 - 13a)$$

$$E'_y = \beta (E_y - v B_z) ; \quad B'_y = \beta (B_y + \frac{v}{c^2} E_z) , \dots (14 - 13b)$$

$$E'_z = \beta (E_z + v B_x) ; \quad B'_z = \beta (B_z - \frac{v}{c^2} E_x) , \dots (14 - 13c)$$

إن حقيقة الوصول من العلاقات (14-12) إلى العلاقات (14-13) بواسطة استبدال " v " بـ " $-v$ " مع تبديل مركبات الهيكلين لهو إثبات و دليل قاطع على خضوع هذه العلاقة لـ (مبدأ النسبية) ، بل هو مطلب رئيسي لهذا المبدأ . إن التعديل الذي أدخلناه على مركبة المجال الكهرومغناطيسي في اتجاه الحركة أثبت توافقه وتناغمه مع (مبدأ النسبية) و يبقى للطبيعة

كلمتها ، و مدى توافق و تطابق هذا التعديل معها ، و انتظاركاً لكلمة الطبيعة فى هذا الشأن ، فإننا سندفع بالموقف النظرى خطوة إلى الأمام ، و ذلك باختبار مدى سيادية معادلات المجال الكهرومغناطيسى لماكسويل تحت تأثير العلاقات التحويلية المقترحة المعطاة بالعلاقات (14 - 12) ، و (14 - 13) و تحت تأثير العلاقات (14 - 9) المبنية على تحويلات جاليليو ، وكذلك العلاقات : (14 - 10) ، و (14 - 11) .

فإذا بدأنا من المجال فى الهيكل [S'] على أنه مجال كهرو - استاتيكي خالٍ من المغناطيسية ، فإن :

$$B'_x = B'_y = B'_z = 0 , \dots\dots\dots (14 - 14)$$

و على ذلك فمن العلاقات (14 - 13) فإن مركبات المجال المغناطيسى فى الهيكل [S] هى :

$$B_x = \frac{v}{c^2} E_x , \dots\dots\dots (14 - 15a)$$

$$B_y = - \frac{v}{c^2} E_z , \dots\dots\dots (14 - 15b)$$

$$B_z = \frac{v}{c^2} E_y . \dots\dots\dots (14 - 15c)$$

و من الملاحظ أيضاً أن المركبات السينية للمجال الكهربائى فى الهيكل [S'] تعطى بالعلاقة :

$$E'_x = \beta (E_x - vB_x) , \dots\dots\dots (14 - 16)$$

و بالتعويض من (14 - 15a) فى (14 - 16) فإن :

$$E'_x = \beta \left(E_x - \frac{v^2}{c^2} E_x \right)$$

$$E'_x = \beta \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) E_x$$

$$E_x = \beta E'_x , \dots\dots\dots (14 - 17)$$

و في هذه الحالة تكتب معادلات ماكسويل للمجال في الهيكل الحر [S']
على الصورة الآتية :

$$(\text{div } E')' = 0 , \dots\dots\dots (14 - 18a)$$

$$(\text{div } B')' = 0 , \dots\dots\dots (14 - 18b)$$

$$(\text{curl } E')' = 0 , \dots\dots\dots (14 - 18c)$$

$$(\text{curl } B')' = 0 , \dots\dots\dots (14 - 18d)$$

فإذا بدأنا بالعلاقة (14 - 18a) :

$$(\text{div } E')' = 0$$

$$\frac{\partial E'_x}{\partial x'} + \frac{\partial E'_y}{\partial y'} + \frac{\partial E'_z}{\partial z'} = 0$$

و منها و باستخدام العلاقة (14 - 9a) و (14 - 13) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial x} (E_x - vB_x) + \frac{\partial}{\partial y} (E_y - vB_z) + \frac{\partial}{\partial z} (E_z + vB_y) = 0$$

و منها فإن :

$$\frac{\partial}{\partial x} E_x + \frac{\partial}{\partial y} E_y + \frac{\partial}{\partial z} E_z - v \frac{\partial}{\partial x} B_x - v \left(\frac{\partial}{\partial y} B_z - \frac{\partial}{\partial z} B_y \right) ,$$

$$\text{div } E - v \frac{\partial}{\partial x} B_x - v (\text{curl } B)_x = 0 ,$$

و باستخدام العلاقة (14 - 11) فإن :

$$\text{div } E + \frac{\partial}{\partial t} B_x - v (\text{curl } B)_x = 0 ,$$

و باستخدام العلاقة (14 - 15a) فإن :

$$\text{div } E + \frac{v}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_x - v (\text{curl } B)_x = 0 ,$$

و على ذلك فإن :

$$\text{div } E + v \left\{ \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_x - (\text{curl } B)_x \right\} = 0 , \dots\dots\dots (14 - 19)$$

فإذا افترضنا أن :

$$\text{div } E = 0 , \dots\dots\dots (14 - 20)$$

فإن :

$$\frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} E_x - (\text{curl } B)_x = 0 , \dots\dots\dots (14 - 21)$$

$$(\text{curl } E')'_x = 0 , \dots\dots\dots : (14 - 18c) \text{ العلاقة}$$

و منها و باستخدام العلاقة (14 - 9a) ، (14 - 13) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial y'} E'_z - \frac{\partial}{\partial z'} E'_y = \frac{\partial}{\partial y} (E_z + v B_y) - \frac{\partial}{\partial z} (E_y - v B_z) =$$

$$\frac{\partial}{\partial y} E_z - \frac{\partial}{\partial z} E_y + v \frac{\partial}{\partial y} B_y + v \frac{\partial}{\partial z} B_z = 0$$

$$(\text{curl } E)_x - v \frac{\partial}{\partial x} B_x + v (\text{div } B) = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 11) فإن :

$$\{ (\text{curl } E)_x + \frac{\partial}{\partial t} B_x \} + v (\text{div } B) = 0 , \dots\dots\dots (14 - 22)$$

فإذا افترضنا أن :

$$\text{div } B = 0 , \dots\dots\dots (14 - 23)$$

فإن :

$$\frac{\partial}{\partial t} B_x + (\text{curl } E)_x = 0 , \dots\dots\dots (14 - 24)$$

فإذا بدأنا بالعلاقة :

$$(\text{curl } E')'_y = 0$$

و منها و باستخدام العلاقة (14 - 9a) و (14 - 13) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial z} E_x - \frac{\partial}{\partial x} E_z - v \frac{\partial}{\partial z} B_x - v \frac{\partial}{\partial x} B_y = 0$$

$$(\text{curl } E)_y - v \frac{\partial}{\partial x} B_y - v \frac{\partial}{\partial z} B_x + v \frac{\partial}{\partial x} B_z - v \frac{\partial}{\partial x} B_z = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 11) فإن :

$$\{ (\text{curl } E)_y + \frac{\partial}{\partial t} B_y \} - v \{ (\text{Curl } B)_y - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_y \} = 0$$

و منها فإن :

$$(\text{curl } E)_y + \frac{\partial}{\partial t} B_y = 0 , \dots\dots\dots (14 - 25)$$

$$(\text{curl } B)_y - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} E_y = 0 , \dots\dots\dots (14 - 26)$$

فإذا بدأنا من العلاقة :

$$(\text{curl } E')_z = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 9a) و (14 - 13) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial x} (E_y - v B_z) - \frac{\partial}{\partial y} (E_x - v B_x) = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x} E_y - \frac{\partial}{\partial y} E_x - \frac{\partial}{\partial x} v B_z + v \frac{\partial}{\partial y} B_x = 0$$

$$(\text{curl } E)_z - v \frac{\partial}{\partial x} B_z + v \frac{\partial}{\partial y} B_x - v \frac{\partial}{\partial x} B_y + v \frac{\partial}{\partial x} B_y = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 11) فإن :

$$(\text{curl } E)_z + \frac{\partial}{\partial t} B_z - \{ v (\text{curl } B)_z - v \frac{\partial}{\partial x} B_y \} = 0$$

$$(\text{curl } E)_z + \frac{\partial}{\partial t} B_z - v \{ (\text{curl } B)_z + \frac{\partial}{\partial t} B_y \} = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 15b) فإن :

$$\{ (\text{curl } E)_z + \frac{\partial}{\partial t} B_z \} - \{ v (\text{curl } B)_z - \frac{v}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_z \} = 0$$

و على ذلك فإن :

$$(\text{curl } E)_z + \frac{\partial}{\partial t} B_z = 0 , \dots\dots\dots (14 - 27)$$

$$(\text{curl } B)_z - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} E_z = 0 , \dots\dots\dots (14 - 28)$$

العلاقات أرقام : (14 - 20) و (14 - 21) و (14 - 23) و (14 - 24)
و (14 - 25) و (14 - 26) و (14 - 27) و (14 - 28) يمكن تجميعها في
الصورة :

$$\text{div } E = 0 , \dots\dots\dots (14 - 29a)$$

$$\text{div } B = 0 , \dots\dots\dots (14 - 29b)$$

$$\text{curl } E = - \frac{\partial}{\partial t} B , \dots\dots\dots (14 - 29c)$$

$$\text{curl } B = \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} E , \dots\dots\dots (14 - 29d)$$

• وهى عبارة عن معادلات ماكسويل للمجال فى الهيكل [S]

بدأنا بمعادلات ماكسويل فى الهيكل [S'] فوصلنا إلى معادلات

ماكسويل فى الهيكل [S] تحت تأثير العلاقات (14 - 13) و (14 - 9)

المبنية على علاقات جاليليو التحويلية ؛ فإذا بدأنا بمجال مغناطيسي استاتيكي في الهيكل [S'] خال من الكهربائية فإن :

$$E'_x = E'_y = E'_z = 0$$

و على ذلك فمن العلاقات (13 - 14) ، فإن مركبات المجال المغناطيسي في [S] هي :

$$E_x = vB_x , \dots\dots\dots (14 - 30a)$$

$$E_y = vB_z , \dots\dots\dots (14 - 30b)$$

$$E_z = -vB_y , \dots\dots\dots (14 - 30c)$$

و من الملاحظ أيضاً أن المركبة السينية للمجال المغناطيسي في الهيكل [S'] تعطى بالعلاقة :

$$B'_x = \beta \left(B_x - \frac{v^2}{c^2} B_x \right)$$

$$B'_x = \beta \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) B_x$$

و منها فإن :

$$B_x = \beta B'_x , \dots\dots\dots (14 - 31)$$

فإذا بدأنا من العلاقة (14 - 18b) :

$$(\text{div } B')' = 0$$

و منها و باستخدام العلاقة (14 - 9a) و العلاقة (14 - 13) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial x} (B_x - \frac{v}{c^2} E_x) + \frac{\partial}{\partial y} (B_y + \frac{v}{c^2} E_z) + \frac{\partial}{\partial z} (B_z - \frac{v}{c^2} E_y) = 0$$

$$\text{div } B - \frac{v}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial x} E_x + \frac{v}{c^2} (\text{curl } E)_x = 0$$

و باستخدام (14 - 11) فإن :

$$\text{div } B + \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_x + \frac{v}{c^2} (\text{curl } E)_x = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 30a) فإن :

$$\text{div } B + \frac{v}{c^2} \{ \frac{\partial}{\partial t} B_x + (\text{curl } E)_x \} = 0 , \dots\dots\dots (14 - 32)$$

و منها فإن :

$$\text{div } B = 0 , \dots\dots\dots (14 - 33)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} B_x + (\text{curl } E)_x = 0 , \dots\dots\dots (14 - 34)$$

فإذا بدأنا بالعلاقة :

$$(\text{curl } B')'_x = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 9a) و (14 - 13) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial y} (B_z - \frac{v}{c^2} E_y) - \frac{\partial}{\partial z} (B_y + \frac{v}{c^2} E_z)$$

$$(\text{curl } B)_x + \frac{v}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial x} E_x - \frac{v}{c^2} \text{div } E = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 11) فإن :

$$(\text{curl } B)_x - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_x - \frac{v}{c^2} \text{div } E = 0 , \dots\dots\dots (14 - 35)$$

أى :

$$\text{div } E = 0 , \dots\dots\dots (14 - 36)$$

$$(\text{curl } B)_x - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} E_x = 0 , \dots\dots\dots (14 - 37)$$

فإذا بدأنا بالعلاقة :

$$(\text{curl } B')'_y = 0$$

و باستخدام العلاقات (14 - 9a) و (14 - 13) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial z} (B_x - \frac{v}{c^2} E_x) - \frac{\partial}{\partial x} (B_z - \frac{v}{c^2} E_y) = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial z} B_x - \frac{\partial}{\partial x} B_z - \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial z} E_x + \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial x} E_y = 0$$

و باستخدام (14 - 11) فإن :

$$(\text{curl } B)_y - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_y - \frac{v}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial z} E_x = 0$$

$$\{ (\text{curl } \mathbf{B})_y - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_y \} - \frac{v}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial z} E_x + \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial x} E_z - \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial x} E_z = 0$$

وباستخدام (14 - 30c) و (14 - 11) فإن :

$$\{ (\text{curl } \mathbf{B})_y - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_y \} - \frac{v}{c^2} \{ (\text{curl } \mathbf{E})_y + \frac{\partial}{\partial t} B_y \} = 0 , \dots (14-38)$$

$$\{ (\text{curl } \mathbf{B})_y - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} E_y \} = 0 , \dots (14 - 39)$$

$$\{ (\text{curl } \mathbf{E})_y + \frac{\partial}{\partial t} B_y \} = 0 , \dots (14 - 40)$$

فإذا بدأنا بالعلاقة :

$$(\text{curl } \mathbf{B}')'_z = 0$$

وباستخدام العلاقات (14 - 9a) و (14 - 13) فإن :

$$\frac{\partial}{\partial x} (B_y + \frac{v}{c^2} E_z) - \frac{\partial}{\partial y} (B_x - \frac{v}{c^2} E_x) = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x} B_y + \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial x} E_z - \frac{\partial}{\partial y} B_x + \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial y} E_x = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x} B_y - \frac{\partial}{\partial y} B_x + \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial x} E_z + \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial y} E_x - \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial x} E_y + \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial x} E_y = 0$$

$$\{ (\text{curl } \mathbf{B})_z - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_z \} - \frac{v}{c^2} (\text{curl } \mathbf{E})_z - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_y = 0$$

و باستخدام العلاقة (14 - 30b) فإن :

$$\{ (\text{curl } \mathbf{B})_z - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_z \} - \frac{v}{c^2} \{ (\text{curl } \mathbf{E})_z + \frac{\partial}{\partial t} B_z \} = 0$$

ومنها فإن فإن :

$$\{ (\text{curl } \mathbf{B})_z - \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial}{\partial t} E_z \} = 0 , \quad \dots\dots\dots (14 - 42)$$

$$\{ (\text{curl } \mathbf{E})_z + \frac{\partial}{\partial t} B_z \} = 0 , \quad \dots\dots\dots (14 - 43)$$

العلاقات أرقام (14 - 33) و (14 - 34) و (14 - 36) و (14 - 37)
و (14 - 39) و (14 - 40) و (14 - 42) و (14 - 43) يمكن تجميعهم
فى :

$$\text{div } \mathbf{B} = 0 , \quad \dots\dots\dots (14 - 44a)$$

$$\text{div } \mathbf{E} = 0 , \quad \dots\dots\dots (14 - 44b)$$

$$\text{curl } \mathbf{E} + \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{B} = 0 , \quad \dots\dots\dots (14 - 44c)$$

$$\text{curl } \mathbf{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{E} = 0 , \quad \dots\dots\dots (14 - 44d)$$

• وهى عبارة عن معادلات ماكسويل للمجال فى الهيكل [S]

لقد بدأنا من معادلات ماكسويل فى الهيكل [S'] فوصلنا إلى معادلات ماكسويل فى الهيكل [S] ، وكان ذلك تحت تأثير العلاقات (13 - 14) و (9 - 14) المبنية على « علاقات جاليليو التحويلية » .

لقد تم استنباط هذه العلاقات فى الفراغ الحر اخلالى من أى شحنة كهربائية ، وسنقوم الآن بفرض أن المنطقة المعنية بالدراسة تحتوى على شحنة كهربائية ذات كثافة " ρ' " مقاسة و ساكنة فى الهيكل [S'] فحسب معادلات ماكسويل فإن :

$$(\text{div } D')' = \rho' ;$$

و باستعمال العلاقة :

$$D = \epsilon E$$

فإن العلاقة السابقة توضع على الصورة :

$$(\text{div } E')' = \frac{\rho'}{\epsilon}$$

$$\frac{\partial}{\partial x'} E'_x + \frac{\partial}{\partial y'} E'_y + \frac{\partial}{\partial z'} E'_z = \frac{\rho'}{\epsilon}$$

و باستخدام العلاقات (9a - 14) و (13 - 14) فإن :

$$\text{div } E - v \frac{\partial}{\partial x} B_x - v (\text{curl } B)_x = \frac{\rho'}{\epsilon \beta} , \dots\dots\dots (14 - 45)$$

و باستخدام العلاقة (11 - 14) فإن :

$$\text{div } E + \frac{\partial}{\partial t} B_x - v (\text{curl } B)_x = \frac{\rho'}{\epsilon \beta}$$

وباستخدام العلاقة (14 - 15) فإن :

$$\text{div } E + \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} E_x - v (\text{curl } B)_x = \frac{\rho'}{\epsilon \beta} , \quad \dots\dots\dots (14 - 46)$$

ومنها وباستعمال العلاقة : $B = \mu H$ " فإن :

$$\text{div } D + \frac{v}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} D_x - v \mu \epsilon (\text{curl } H)_x = \frac{\rho'}{\beta}$$

وباستعمال العلاقة :

$$c^2 = \frac{1}{\mu \epsilon}$$

فإن :

$$\text{div } D + \frac{v}{c^2} \left\{ \frac{\partial}{\partial t} D_x - (\text{curl } H)_x \right\} = \frac{\rho'}{\beta} , \quad \dots\dots\dots (14 - 47)$$

وباعتبار معادلات ماكسويل في حالة وجود شحنة كهربائية نجد العلاقة :

$$(\text{curl } H)_x = J_x + \dot{D}_x , \quad \dots\dots\dots (14 - 48)$$

وبالتعويض بـ (14 - 48) في (14 - 47) فإن :

$$\text{div } D - \frac{v}{c^2} J_x = \frac{\rho'}{\beta}$$

وباستخدام العلاقة : $J_x = \rho v$ " مع العلاقة $\text{div } D = \rho$ " فإن :

$$\rho - \frac{v^2}{c^2} \rho = \frac{\rho'}{\beta}$$

و منها فإن :

$$\rho \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right) = \frac{\rho'}{\beta}$$

و منها نجد أن :

$$\rho = \beta \rho'$$

أى :

$$\rho = \frac{\rho'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

و هى العلاقة الشهيرة فى « النظرية النسبية الخاصة » ، و لقد تم الحصول عليها باعتبار العلاقات (14 - 13) ، (14 - 9) المبنية على « تحويلات جاليليو » .

* * *

ملحق رقم (١٥)

شرط سيادية معادلة الموجة لـ « شرودينجر »

ذات البعد الواحد للجسيم الحر تحت تأثير « تحويلات جاليليو »

تكتب « تحويلات جاليليو » على الصورة التالية :-

$$x = x' + vt' , \dots\dots\dots (15 - 1)$$

$$t = t' , \dots\dots\dots (15 - 2)$$

$$\frac{\partial x}{\partial t} = v , \dots\dots\dots (15 - 3a) \quad \text{ومنها فإن :}$$

$$\frac{\partial t}{\partial t} = 1 , \dots\dots\dots (15 - 3b)$$

$$\frac{\partial t}{\partial x'} = 0 , \dots\dots\dots (15 - 3c)$$

$$\frac{\partial x}{\partial x'} = 1 , \dots\dots\dots (15 - 3d)$$

توضع دالة الموجة على الصورة :

$$\psi' (x', t') = f(x, t) \psi (x, t) , \dots\dots\dots (15 - 4)$$

و للاختصار توضع على الصورة :

$$\psi' = f \psi , \quad (15 - 5)$$

ومنها فإن :

$$\frac{\partial \psi'}{\partial t'} = \frac{\partial}{\partial x} (f \psi) \cdot \frac{\partial x}{\partial t'} + \frac{\partial}{\partial t} (f \psi) \cdot \frac{\partial t}{\partial t'}$$

و التعويض فيها من (15 - 3a) و (15 - 3b) فإن :

$$\frac{\partial \psi'}{\partial t'} = v \frac{\partial}{\partial x} (f \psi) + \frac{\partial}{\partial t} (f \psi)$$

ومنها فإن :

$$\frac{\partial \psi'}{\partial t'} = v f \frac{\partial \psi}{\partial x} + v \psi \frac{\partial f}{\partial x} + f \frac{\partial \psi}{\partial t} + \psi \frac{\partial f}{\partial t} , \quad (15 - 6)$$

ومن (15 - 5) فإن :

$$\frac{\partial \psi'}{\partial x'} = \frac{\partial}{\partial x} (f \psi) \cdot \frac{\partial x}{\partial x'} + \frac{\partial}{\partial t} (f \psi) \cdot \frac{\partial t}{\partial x'}$$

و من (15 - 3c) و (15 - 3d) فإن :

$$\frac{\partial \psi'}{\partial x'} = \frac{\partial}{\partial x} (\psi) + f \frac{\partial \psi}{\partial t} + \psi \frac{\partial f}{\partial x'} , \quad (15 - 7)$$

ومنها فإن :

$$\frac{\partial^2 \psi'}{\partial x'^2} = f \frac{\partial^2}{\partial x^2} \psi + \frac{\partial}{\partial x} \psi \cdot \frac{\partial}{\partial x} f + \psi \frac{\partial^2}{\partial x^2} f + \frac{\partial}{\partial x} f \cdot \frac{\partial}{\partial x} \psi , \dots (15 - 8)$$

و بكتابة معادلة الموجة لـ « شرودينجر » :

$$i h \frac{\partial \psi}{\partial t'} + \frac{h^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x'^2} = 0 , \dots (15 - 9)$$

وبالتعويض فيها من (15 - 6) و (15 - 8) فإن :

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} (ihvf + \frac{h^2}{2m} \frac{\partial}{\partial x} f) + \frac{\partial}{\partial x} f (ih\psi v + \frac{h^2}{2m} \frac{\partial}{\partial x} \psi) = 0$$

ومن الواضح أن :

$$f, \psi, \frac{\partial f}{\partial x} \text{ \& } \frac{\partial \psi}{\partial x} \neq 0$$

وبذلك فإن الشرط يكتب على الصورة :

$$i h v \psi = - \frac{h^2}{2m} \cdot \frac{\partial \psi}{\partial x}$$

* * *

ترجمة لمصطلحات استخدمت فى هذا الكتاب

Absolute (Dominate)	سيادى (مطلق) (مسيطر)
Absolute zero	الصفر المطلق
Active.....	فعال (فاعلية)
Addition of velocities.....	جمع السرعات
Aether.....	الإثير
Aphelion.....	الأوج
Constancy of velocity of light.....	ثبات سرعة الضوء
Covariant.....	لامتغير
Causality.....	السببية
Doppler effect	تأثير دوبلر
Dual partice-wave-like charater.....	الطبيعة الازدواجية للمادة
Ecluidian geometery.....	الهندسة الإقليدية
Energy propagation.....	انتشار الطاقة
Equivalance.....	تكافؤ
Frame of reference.....	هيكل رصد
Frequency.....	تردد
Galilian transformation.....	تحويلات جاليليو
Geodesic line.....	الخط السمى (الجيوديسى)
Geometrical point.....	نقطة هندسية
Inertia.....	قصور
Inertial system of reference.....	مجموعة رصد قاصرة
Inertial frame.....	هيكل قاصر
Imaginary quantity.....	كمية تخيلية
Lorentz transformation.....	تحويلات لورانتز
Momentum.....	كمية الحركة

Material point.....	نقطة مادية
Passive.....	غير فعال (لافاعلية)
Partical.....	جسيم
Perihelion.....	الحضيض الشمسى
Principale.....	مبدأ : حقيقة
Quantum mechanics.....	ميكانيكا الكم
Relativity.....	النسبية
Riemannian geometry	هندسة ريمونية
Simultaneity.....	الآنية
Special theory of relativity.....	النظرية النسبية الخاصة
Space - Time continuum.....	متصل « الفراغ - الزمن »
Space - Time and Gravitation.....	الفراغ - الزمن والجاذبية
Tensor.....	الرابط (الممتد)
Time dilatation.....	اطالة (تباطؤ) الزمن
Transversal doppler effect.....	تأثير دوبلر العرضى
Uncertainty principale.....	مبدأ اللايقين
Wave equation function.....	دالة معادلة الموجة

اسماء وردت فى هذا الكتاب

DE BROGLIE	دي برولي
DOPPLER	دوبلر
ECLUIDS.....	إقليدس
EINSTIEN.	أينشتين
FARADAY	فاراداي
GALILIO.....	جاليليو
HEISENBERG	هيزنبرج
HERTZ	هرتز
LEONARD SCHIFF	ليونارد شيف
LORENTZ	لورانتز
Max BORN	ماكس بورن
MAXWELL	ماكسويل
MICHELSON	ميكلسون
MORELY.....	مورلى
NEWTON	نيوتن
PLANCK.....	بلانك
POINCARÉ'	پوانكاريه
POINTING	پوينتينج
RIEMANN..	ريمان (ريمان)
STOCKS	ستوكس
SCHRODINGER	شرودينجر
V. FOCK	فوك
YOUNG	ينج

مراجع

RELATIVITY
THE SPECIAL AND THE GENERAL THEORY
A. EINSTEIN

SIDELHGHTS ON RELATIVITY
A. EINSTEIN

UNDERSTANDING
Einstein's Theories of Relativity
Stan GIBILISCO

Introduction to Special Relativity
Herman SCHWARTZ

Introduction to the Theory of Relativity
Peter Gabriel BERGMANN

EINSTEIN'S THEORY OF RELATIVITY
Max BORN

A HISTORY OF
THE THEORIES OF AETHER AND ELECTRICITY
Volumes I & II
Edmund WHITTAKER.

QUANTUM MECHANICS
Leonard SCHIFF

THE ABSOLUTE DIFFERENTIAL CALCULAS
(calculus of Tensors)
Tullio LEVI-CIVITA

Theory of " SPACE - TIME and GRAVITATION "
V. FOCK

Electromagnetic waves and radiation
Edward JORDAN & Keith BALMAIN

Thermodynamics
Ernst SHMIDT

رقم الإيداع

٩٤/٨٧٢٠

تاريخ ١٩٩٤/٩/١١

I. S. B. N.

977 - 5191 - 22 - X.

حقوق الطبع محفوظة للمؤلف

دار الإيمان

للطبع والنشر والتوزيع

١٧ شارع خليل الخياط - مصطفى كامل

إسكندرية ت. وفاكس : ٥٤٥٧٧٦٩